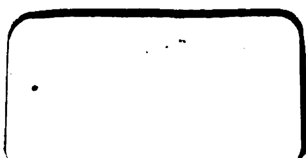


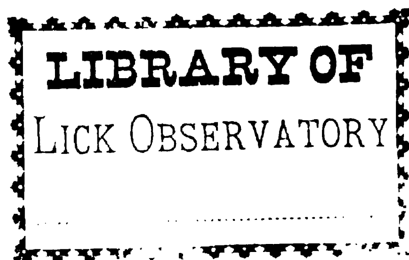
VERSLAGEN EN MEDEDEELINGEN

DER

KONINKLIJKE AKADEMIE

VAN

WETENSCHAPPEN.



VERSLAGEN EN MEDEDEELINGEN

DER

KONINKLIJKE AKADEMIE

VAN

WETENSCHAPPEN.

Afdeeling NATUURKUNDE.

DERDE REEKS.

TWEEDE DEEL.

AMSTERDAM,
JOHANNES MÜLLER.
1886.

GEDRUKT BIJ DE ROEVER KRÖBER-BAKELS.

INHOUD

VAN HET

TWEEDE DEEL

DER

DERDE REEKS.

PROCESSEN-VERBAAL

DER

GEWONE VERGADERINGEN.

VERSLAGEN.

MEDEDEELINGEN.

DE INVLOED VAN GELEIDERS

OP DE

VERDEELING DER ELECTRISCHE ENERGIE.

DOOR

C. H. C. GRINWIS.



1. Wanneer in de nabijheid van een geëlectriseerd lichaam een geleider wordt gebracht, al dan niet met electriciteit geladen, zal de totale energie van het electrostatische veld eene verandering ondergaan en wel toe- of afnemen.

Wordt de betrekkelijke stand der beide lichamen door uitwendigen arbeid in tegengestelden zin der electrische werkingen veranderd, zonder dat eenige geleidende verbinding ontstaat, zoo zal de electrische energie evenveel toenemen als die uitwendige arbeid bedraagt. Worden echter de lichamen aan zich zelve overgelaten, zoo geven hunne ladingen aan de tusschen hen bestaande electrische werking gevolg; de arbeid der electrische krachten is dan positief en correspondeert met eene vermindering der electrische energie.

Merkwaardig is hierbij het geval, dat de geleider, die in de nabijheid van de electrische lading wordt gebracht, aanvankelijk *zonder lading* is, het zij hij geïsoleerd, of met den grond verbonden is.

De geïsoleerde geleider wordt door inductie geladen; zijne totale lading is echter altijd nul, en in de gewone uitdruk-

king voor de energie van het stelsel: »de halve som der producten van potentiaal en lading", komt het product voor dien geleider *niet* voor.

Evenmin geeft een met den grond verbonden geleider, welks potentiaal nul is, een term in de formule, die de energie van het stelsel bepaalt.

Toch hebben beide geleiders invloed op de geheele energie, daar zij door invloed de capaciteit van den aanvankelijken geëlectriseerden geleider en de potentiaal der electrische lading wijzigen.

De totale energie van het electrostatische veld wordt in beide gevallen *verminderd.*

Wij stellen ons voor die vermindering nader te bepalen en zullen, na eene algemeene behandeling van den invloed van willekeurig geladen geleiders, achtereenvolgens onderzoeken het geval, dat een in een punt geconcentreerde vaste electrische massa q zich bevindt tegenover een neutralen of afgeleiden bolvormigen conductor, daarna dit punt tegenover een oneindig vlakken geleider, om ten laatste den bolvormigen condensator te bespreken, welk drietal de eenige stelsels van geleiders vormt, die eene eenvoudige volledige behandeling der energie-verdeeling mogelijk maken.

Als noodzakelijke inleiding tot onze methode zullen wij eene algemeene behandeling van de potentiaal-, capaciteit- en inductie-coëfficiënten voor een stelsel van twee electrische geleiders doen voorafgaan.

2. Zijn voor beide geleiders de electrische ladingen M_1 en M_2, de totale potentialen over die geleiders V_1 en V_2, zoo zijn deze grootheden onderling verbonden door de vergelijkingen:

$$V_1 = p_1 M_1 + p' M_2, \qquad V_2 = p' M_1 + p_2 M_2. \quad . \; . \; . \; . \quad (1)$$

De coëfficiënten p_1, p' en p_2 hangen van den vorm en betrekkelijken stand der geleiders af en worden de *potentiaal-coëfficiënten* van het stelsel genoemd. Zij zijn blijkbaar van de afmeting L^{-1}, en positief, terwijl $p' < p_1$ en p_2, ten hoogste daaraan gelijk is. Beide vergelijkingen geven

door oplossing van M_1 en M_2 twee andere van den vorm:

$$M_1 = q_1 V_1 + q' V_2, \qquad M_2 = q' V_1 + q_2 V_2 \ldots\ldots (2)$$

welke coëfficiënten q_1, q' en q_2 functiën van p_1, p' en p_2 zijn, dus evenzeer van den vorm en den betrekkelijken stand der geleiders afhangen.

De coëfficiënten q_1 en q_2 worden de *coëfficiënten van capaciteit*, q' de *inductiecoëfficiënt* der twee geleiders op elkander genoemd. Deze zijn van de afmeting eener lijn; q_1 en q_2 zijn steeds positief, de inductiecoëfficiënt q' is altijd negatief; ook hier laat zich bewijzen, dat de getalwaarde van $q' < q_1$ en q_2 ten hoogste daaraan gelijk is.

Zooals bekend, is V_1 eene constante over de geheele uitgebreidheid van den eersten, V_2 over die van den tweeden geleider, terwijl de vergelijkingen geacht kunnen worden nog geldig te zijn in het grensgeval, dat de eerste lading M_1 in eene vaste lading $q = M_1$ overgaat, die in een punt is geconcentreerd; wel krijgen enkele der zes coëfficiënten dan eene eigenaardige beteekenis, die echter het gebruik der vergelijkingen (1) en (2) ook in dit geval niet uitsluit.

De coëfficiënten q volgen derhalve uit de coëfficiënten p en omgekeerd. Substitutie der waarden van M_1 en M_2 van (2) in (1) geeft twee identieke vergelijkingen in V_1 en V_2, waaruit voor de zes coëfficiënten de volgende drie onderling onafhankelijke betrekkingen ontstaan:

$$p_1 q_1 + p' q' = 1, \quad p' q' + p_2 q_2 = 1, \quad p_1 q' + p' q_2 = 0 \ldots (3)$$

Stellen wij kortheidshalve:

$$p_1 p_2 - p'^2 = D \quad \text{en} \quad q_1 q_2 - q'^2 = D'. \ldots\ldots (3_a)$$

dan volgt terstond:

$$\left.\begin{array}{lll} p_1 = \dfrac{q_2}{D'}, & p' = -\dfrac{q'}{D'}, & p_2 = \dfrac{q_1}{D'} \\ q_1 = \dfrac{p_2}{D}, & q' = -\dfrac{p'}{D}, & q_2 = \dfrac{p_1}{D} \end{array}\right\} \ldots\ldots (4)$$

en uit de waarden van p' en q', dat:

$$DD' = 1 \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (4_a)$$

De wiskunstige bepaling dezer zes coëfficiënten uit den gegeven vorm en stand der geleiders is in het algemeen moeilijk, zoodat het voor weinig gevallen gelukt hunne waarden te bepalen *).

3. De electrische energie van het stelsel geleiders wordt gegeven door de bekende uitdrukking:

$$W = \tfrac{1}{2}(M_1 V_1 + M_2 V_2) \ldots\ldots \quad (5)$$

Zooals wij reeds in N⁰. 1 opmerkten, is zoowel voor een neutralen geleider, waarvoor $M_2 = 0$, als voor een met den grond verbonden conductor, wanneer $V_2 = 0$, de tweede term van het tweede lid nul, zoodat de term voor den tweeden geleider in den vorm van W niet voorkomt. Toch heeft die geleider invloed op de totale energie van het veld, daar V_1 door de nabijheid van M_2 gewijzigd en in beide gevallen *verminderd* wordt; de energie W wordt dus door die nabijheid kleiner.

Ten einde zulks beter te doen inzien, vormen wij twee andere uitdrukkingen voor W, door de waarden van V_1 en V_2 uit (1), daarna van M_1 en M_2 uit (2) in (5) te substitueeren; er volgt dan:

$$W = \tfrac{1}{2}(p_1 M_1^2 + 2p' M_1 M_2 + p_2 M_2^2) \ldots\ldots \quad (6)$$

en

$$W = \tfrac{1}{2}(q_1 V_1^2 + 2q' V_1 V_2 + q_2 V_2^2) \ldots\ldots \quad (6_a)$$

Voor de massa M_1, die aanvankelijk aanwezig was, werd de energie uitgedrukt door:

$$\overline{W} = \tfrac{1}{2} V M_1,$$

of als C de capaciteit van den alleen staanden geleider, die

*) MAXWELL, *Electricity and Magnetism*, No. 87 en 10?.

wij zijne *absolute* capaciteit zouden kunnen noemen, welke M_1 en V verbindt door de betrekking:

$$M_1 = V C,$$

wordt

$$\overline{W} = \tfrac{1}{2} M_1 V = \frac{1}{2C} M_1^2 = \tfrac{1}{2} C V^2 \; \ldots\ldots \; (7)$$

Voor een alleenstaanden bol met den straal R, is blijkbaar $C = R$ en wordt:

$$\overline{W} = \frac{1}{2R} M_1^2 = \tfrac{1}{2} R V^2.$$

Blijkens het medegedeelde is ons doel derhalve de waarden van W en $\overline{W}$, in (6) en (7) voorkomende, onderling te vergelijken.

4. Wanneer in het algemeen de energie van het stelsel door de aanwezigheid van den tweeden geleider k-maal grooter is geworden, dus $W = k \overline{W}$, zoo geven (6) en (7):

$$k M_1^2 = C (p_1 M_1^2 + 2 p' M_1 M_2 + p_2 M_2^2) \; \ldots \; (8)$$

Is de gegeven lading M_2 over den bijgebrachten geleider x maal grooter dan de eerste aanwezige lading, dus: $M_2 = x M_1$, zoo volgt:

$$k = C (p_1 + 2 p' x + p_2 x^2) \; \ldots\ldots \; (8_a)$$

waaruit:

$$x = -\frac{p'}{p_2} \pm \sqrt{\frac{p_2 k - D C}{p_2^2 C}} \; \ldots\ldots \; (9)$$

of wegens (4):

$$x = -\frac{p'}{p_2} \pm \sqrt{\frac{q_1 k - C}{p_2 q_1 C}} \; \ldots\ldots \; (9_a)$$

Om dus een stelsel te verkrijgen, waarbij de energie k-maal grooter is, geve men den bij te voegen geleider eene lading $M_2 = x M_1$, waarin x door (9) in (9_a) gegeven is.

Zoodat in het algemeen *twee* verschillende ladingen van het tweede lichaam eene zelfde energieverandering te weeg brengen.

De energie zal door de aanwezigheid van het tweede lichaam *niet* veranderd worden, wanneer dit eene lading $x M_1$ heeft, waarbij:

$$x = -\frac{p'}{p_2} \pm \sqrt{\frac{p_2 - D C}{p_2^2 C}} = -\frac{p'}{p_2} \pm \sqrt{\frac{q_1 - C}{p_2 q_1 C}} \quad \ldots (10)$$

5. Van belang zijn nu de beide gevallen, waarbij het tweede lichaam geïsoleerd en zonder lading, of geleidend met den grond verbonden is.

a. Is het lichaam geïsoleerd en zonder lading, dan is $M_2 = 0$ en (6) geeft:

$$W_1 = \tfrac{1}{2} p_1 M_1^2 \quad \ldots \ldots \ldots \ldots (11)$$

in gevolge (8) is dan de energie van het stelsel:

$$k_1 = \frac{W_1}{\overline{W}} = p_1 C \quad \ldots \ldots \ldots \ldots (11_a)$$

maal grooter geworden; welke waarde k_1 ook uit (9) volgt door $x = 0$ te stellen.

In het algemeen is dit quotient $\frac{W_1}{\overline{W}} = p_1 C = p_1 : \frac{1}{C}$ kleiner, ten hoogste gelijk aan de eenheid, zoodat $k_1 < 1$ en dus de energie van het electrische veld door de aanwezigheid van een neutralen geleider *verminderd* wordt.

Die vermindering van energie wordt aangegeven door

$$\Delta_1 W = \overline{W} - W_1 = \left(\frac{1}{C} - p_1\right) \frac{M_1^2}{2} \quad \ldots (12)$$

en zij vindt haar equivalent in de energie der op den neutralen geleider geïnduceerde *nullading*.

b. Is de tweede geleider met den grond verbonden, zoo

volgt uit (1) door $V_2 = 0$, $M_2 = -\frac{p'}{p_2} M_1$ te nemen en de energie van het stelsel wordt wegens (6)

$$W_2 = \tfrac{1}{2}\left(p_1 M_1^2 - 2\frac{p'^2}{p_2} M_1^2 + \frac{p'_1{}^2}{p_2} M_1^2\right) = \frac{D}{2p_2} M_1^2 = \frac{1}{q_1} \cdot \frac{M_1^2}{2} \quad (13)$$

De energie is in dit geval

$$k_2 = \frac{W_2}{\overline{W}} = \frac{C}{q_1} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (14)$$

maal grooter, zooals uit (9_a) volgt, voor $x = -\frac{p'}{p_2}$. Ook hier heeft vermindering der energie plaats en wel eene grootere dan in het eerste geval; immers is

$$\frac{1}{q_1} = \frac{D}{p_2} = p_1 - \frac{p'^2}{p_2} < p_1 \quad \text{dus} \quad k_2 < k_1$$

en

$$W_1 - W_2 = \frac{p'^2}{p_2} \cdot \frac{M_1^2}{2} \quad \ldots\ldots\ldots (15)$$

terwijl de vermindering der aanvankelijk aanwezige energie in dit geval

$$\Delta_2 W = \overline{W} - W_2 = \left(\frac{1}{C} - \frac{1}{q_1}\right) \frac{M_1^2}{2} \quad \ldots\ldots (16)$$

Dus blijkt dat, daar

$$\frac{1}{C} > p_1 > \frac{1}{q_1},$$

de energie $\overline{W}$ van de enkel aanwezige lading, W_1 van het stelsel, dat door bijvoeging van een neutralen geïsoleerden geleider, W_2 van een met den grond verbonden geleider ontstaat, voorgesteld door

$$\overline{W} = \frac{1}{C} \frac{M_1^2}{2}, \qquad W_1 = p_1 \frac{M_1^2}{2}, \qquad W_2 = \frac{1}{q_1} \frac{M_1^2}{2} \quad \ldots (17)$$

achtervolgens kleiner wordt, terwijl de laatste *vermindering:* die wegens den arbeid door de electrische krachten bij de afvoering der gelijknamige electriciteit verricht, te voorzien was en in de waarde (15) wordt aangegeven.

Het is van belang op te merken, dat de waarde $k_2 = \frac{C}{q_1}$ in gevolge (9_a) de kleinste waarde is, die k_2 verkrijgen kan; zoodat de energie der oorspronkelijke lading, die zoowel door den neutralen, als door den afgeleiden cenductor verminderd wordt, in het laatste geval de *grootst mogelijke* vermindering ondergaat; beneden de waarde

$$W_2 = \frac{C}{q_1} \overline{W}$$

daalt de oorspronkelijke energie nooit. — Door echter den tweeden met den grond verbonden geleider zoodanigen vorm en stand te geven, dat q_1, die altijd grooter dan C is, gelijk $\frac{C}{\alpha}$ wordt, laat zich de energie $\overline{W}$ tot elke verlangde kleinere waarde $\alpha \overline{W}$ terugbrengen.

Het behoeft wel geen betoog, dat daar q_1 bij nadering onbepaald toeneemt, van een eigenlijk gezegd *minimum* van energie geen sprake kan zijn; doch bij een *gegeven stand* van den tweeden geleider geeft hij, met den grond verbonden, de *grootste vermindering* van energie.

Door den tweeden (geïsoleerden) geleider eene positieve of negatieve lading te geven, die groot genoeg is, kan, zooals uit (8_a) blijkt, de energie van het stelsel boven iedere waarde toenemen, zoodat het denkbeeld van *maximum* van energie, bij *gegeven stand* der geleiders, vervalt.

Merken wij ten slotte op, dat hier ondersteld wordt, dat zich op den eersten geleider eene gegeven *onveranderlijke* electrische massa M_1 bevindt, wier potentiaal door aanwezigheid van den tweeden geleider veranderd en blijkens het besprokene in de beide hoofdgevallen $M_2 = 0$ en $M_2 = -\frac{p'}{p_2} M_1$ *kleiner* wordt.

Een geheel ander vraagstuk ontstaat, indien niet M_1 doch

V_1 constant blijft; wanneer de eerste massa met eene electriciteitsbron in verbinding staat van constante potentiaal; alsdan volgen gansch andere, meerendeels tegengestelde resultaten, wat de energieverandering bij aanwezigheid van eenen tweeden geleider (neutraal of afgeleid) betreft. Wanneer bijv. de electrische krachten arbeid verrichten, neemt de energie van het stelsel toe. Wij zullen ons hiermede thans niet bezighouden.

6. Alvorens tot de behandeling van bijzondere gevallen over te gaan, willen wij nagaan wat gebeurt, als de aanvankelijk aanwezige electrische lading die eener *niet-geleidende* massa is; welke dus niet alleen wat de hoeveelheid betreft constant blijft, doch ook in verdeeling niet gewijzigd wordt.

Wij hebben dan, als w de *energie* en V de *potentiaal* dier vaste electrische massa en U de potentiaal der lading van het tweede lichaam is, waarvoor wij steeds een *geleider* nemen, voor de energie van het stelsel

$$W = w + \tfrac{1}{2}\int U\,dM_2 + \tfrac{1}{2}\int V\,dM_2 + \tfrac{1}{2}\int U\,dM_1 \quad . \; . \; . \quad (18)$$

welke, daar $w = \tfrac{1}{2}\int V\,dM_1$, wanneer men $U + V$ door V_1 of V_2 vervangt, naar gelang de potentialen U en V factoren van de massa-elementen dM_1 of dM_2 zijn, de uitdrukking (5) teruggeeft.

Stellen wij

$$\tfrac{1}{2}\int V\,dM_2 = \tfrac{1}{2}\int U\,dM_1 = P \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (19)$$

zoodat

$$W = w + \tfrac{1}{2}\int (U + V)\,dM_2 + P \quad . \; . \; . \; . \quad (19_a)$$

de in de laatste vergelijking neergeschreven integraal verdwijnt, zoowel bij een neutralen, geïsoleerden als bij een afgeleiden conductor — in het eerste geval daar $U + V =$ con-

stant en $M_2 = 0$; in het tweede geval omdat den $U + V = 0$ en daar dus in *beide* gevallen

$$-\tfrac{1}{2}\int U\,dM_2 = \tfrac{1}{2}\int V\,dM_2 = P \quad \ldots\ldots \quad (20)$$

geeft (19_a), zoowel voor een neutralen als afgeleiden conductor,

$$W = w - \tfrac{1}{2}\int U\,dM_2 \quad \ldots\ldots\ldots \quad (21)$$

waarin dan U de potentiaal der nullading of der lading voorstelt, welke op den met den grond verbouden geleider geïnduceerd wordt. In beide gevallen geeft $\tfrac{1}{2}\int U\,dM_2$ de potentieele energie der lading op den geleider *op zich zelve* aan.

Noemen wij deze voor den neutralen geleider E_1, voor den met den grond verbonden E_2, zoo volgt:

$$\left.\begin{array}{l} W_1 = w - E_1 \\ W_2 = w - E_2 \end{array}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (22)$$

en hieruit blijkt dan duidelijk, wat er van de *vermindering* aan energie in beide gevallen is. Wanneer de aanvankelijk aanwezige electrische massa eene *vaste* massa is, d. i. eene zoodanige, die over een niet-geleider verbreid is, zal *de energievermindering van het electrische veld gelijk zijn aan de electrische energie van de op den geleider geïnduceerde lading op zich zelve.*

Deze eenvoudige betrekking stelt ons in staat de energievermindering der lading van vaste massa's door naburige geleiders gemakkelijk te bepalen, en deze beschouwing heeft dan alleen zin, wanneer wij de energie niet aanwezig denken bij de massa van den geleider, doch haar over het electrostatische veld verbreid beschouwen.

Is de eerste electrische massa over een *geleider* verbreid, zoo houden de vergelijkingen (22) op geldig te zijn; wel blijft de redeneering, die tot deze vergelijkingen geleid heeft onveranderd, doch de eerste term $w = \tfrac{1}{2}\int V\,dM_1$ blijft dan

bij aanwezigheid van den tweeden geleider niet dezelfde, daar de electrische verdeeling over den eersten geleider alsdan gewijzigd wordt, waardoor V en dus de bovenstaande integraalwaarde verandert. Eene soortgelijke eenvoudige regel blijft echter van toepassing, zoo men in de vergelijkingen (22) door w de waarde verstaat, die de potentieële energie van den eenen geleider op zichzelven verkrijgt, nadat zijne lading door inductie gewijzigd is.

Met die omschrijving geldt dan, voor den neutralen en afgeleiden conductor, den regel (22) volgens welke *de energie van het stelsel gelijk is aan het verschil tusschen de energie van de eerste en tweede lading, ieder op zichzelve genomen.*

Gaan wij nu tot de behandeling van bepaalde, eenvoudige stelsels over en vangen wij aan met zoodanige, waarbij het eerste lichaam een niet-geleider en wel een niet-geleidend electrisch massa punt is.

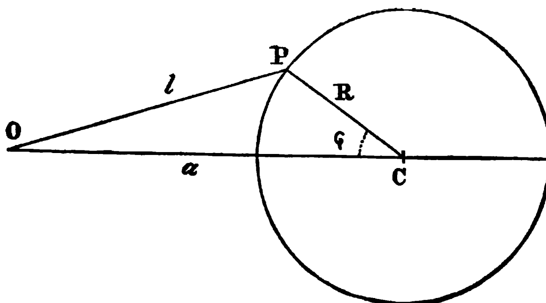
7. *Electrisch massa punt tegenover een bolvormigen geleider.* Wij hebben dan, ingevolge (21) en (20):

$$W = w + \tfrac{1}{2}\int V d M_2 \quad \ldots\ldots\ldots \quad (23)$$

$$= w + \tfrac{1}{2}\int \varrho\, V ds \quad \ldots\ldots\ldots \quad (23_a)$$

waarin ds een oppervlakte-element van den bolvormigen geleider, ϱ de dichtheid der geïnduceerde lading voorstelt.

A. *Met den grond verbonden bol.*



Wanneer zich in een punt O eene vaste massa q bevindt, de bol met den straal R op een afstand $OC = a = nR$ van O verwijderd is, zal de dichtheid in een element ds bij P, dat zich op een afstand l van O bevindt, zooals bekend is, gegeven zijn door:

$$\rho = -\frac{q}{4\pi R} \cdot \frac{a^2 - R^2}{l^3}$$

Voor de potentiaal van q in P hebben wij $V = \frac{q}{l}$ en wanneer φ de hoek is, dien de straal CP met CO maakt, wordt voor een ringvormig element van het boloppervlak

$$ds = 2\pi R \sin\varphi \,.\, R\, d\varphi = 2\pi R^2 \sin\varphi\, d\varphi\,;$$

zoodat, daar

$$l^2 = a^2 + R^2 - 2aR\cos\varphi\,,$$

$$l\,dl = aR\sin\varphi\, d\varphi \quad \text{en} \quad ds = \frac{2\pi R l}{a}\, dl\,;$$

dan zal

$$\tfrac{1}{2}\int \rho V ds = -\frac{q^2}{8\pi R}(a^2 - R^2)\int \frac{2\pi R}{al^3}\, dl =$$

$$= -\frac{q^2}{4a}(a^2 - R^2)\int \frac{dl}{l^3} = \frac{q^2}{8a}(a^2 - R^2) \cdot \frac{1}{l^2}$$

dus tusschen de grenzen $a - R$ en $a + R$,

$$\tfrac{1}{2}\int \rho V ds = \frac{q^2}{8a}(a^2 - R^2)\left(\frac{1}{(a+R)^2} - \frac{1}{(a-R)^2}\right) =$$

$$= -\frac{q^2}{2R} \cdot \frac{R^2}{a^2 - R^2}$$

en de energie W_2 van het veld, bij aanwezigheid van den afgeleiden bol wordt

$$W_2 = w - \frac{q^2}{2R} \cdot \frac{R^2}{a^2 - R^2} \quad \ldots\ldots \quad (24)$$

Ingevolge (22) geeft

$$E_2 = \frac{q^2}{2R} \cdot \frac{R^2}{a^2 - R^2} \dots \dots \dots (25)$$

de energie van de op den afgeleiden bol gebonden lading op zichzelve aan.

De grootte dier lading $M_2 = \int \varrho \, ds$ is dan, zooals bekend, en bij integratie ook terstond volgt, gelijk $-\frac{R}{a}q$.

b. Geïsoleerde bol, zonder lading.

Voegt men bij de dus gevondene lading eene even groote positieve lading $+ \frac{R}{a} q$, gelijkmatig over den bol verbreid, zoo geeft deze eene vermindering van dichtheid $= \frac{q}{4 \pi a R}$ en de veranderlijke dichtheid van den neutralen bol wordt

$$\varrho = \frac{q}{4 \pi R} \left(\frac{1}{a} - \frac{a^2 - R^2}{l^3} \right);$$

Alsdan wordt de gevondene waarde van $\frac{1}{2} \int \varrho \, V ds$ vermeerderd met

$$\frac{q}{8 \pi a R} \int \frac{q}{l} \cdot \frac{2 \pi R l}{a} \, dl = \frac{q^2}{4 a^2} \int dl = \frac{q^2}{2R} \cdot \frac{R^2}{a^2}$$

dus wordt

$$\frac{1}{2} \int \varrho \, V ds = - \frac{q^2}{2R} \left(\frac{R^2}{a^2 - R^2} - \frac{R^2}{a^2} \right) = - \frac{q^2}{2R} \cdot \frac{R^4}{a^2 (a^2 - R^2)}$$

de energie W_1 van het veld bij aanwezigheid van den neutralen bol wordt dan

$$W_1 = w - \frac{q^2}{2R} \cdot \frac{R^4}{a^2 (a^2 - R^2)} \dots \dots (26)$$

en ingevolge (22) geeft

$$E_1 = \frac{q^2}{2R} \cdot \frac{R^4}{a^2 (a^2 - R^2)} \dots \dots \dots (27)$$

de energie van de op den neutralen bol geïnduceerde nullading op zichzelve aan, die kleiner is dan E_1, zooals te verwachten was.

Door $a = nR$ te stellen, worden

$$W_1 = w - \frac{1}{n^2(n^2-1)} \cdot \frac{q^2}{2R} \text{ en } W_2 = w - \frac{1}{n^2-1} \cdot \frac{q^2}{2R} \ldots (28)$$

Nog eenvoudiger zijn deze waarden aan te geven, door op te merken, dat de op den afgeleiden bol geïnduceerde lading $= -\frac{R}{a}\,q = -\delta q$ bij *gelijkmatige verbreiding* eene energie heeft

$$(W) = \frac{q^2}{2R}\left(\frac{R}{a}\right)^2 = \frac{1}{n^2}\frac{q^2}{2R} \ldots\ldots (29)$$

dus geven (24), (26) en (28),

$$W_1 = w - \frac{R^2}{a^2 - R^2}\,(W) = w - \frac{1}{n^2 - 1}\,(W) \ldots (30_a)$$

$$W_2 = w - \frac{a^2}{a^2 - R^2}\,(W) = w - \frac{n^2}{n^2 - 1}\,(W) \ldots (30_b)$$

en de waarden (25) en (27) voor E_1 en E_2 worden

$$E_1 = \frac{R^2}{a^2 - R^2}(W) = \frac{1}{n^2-1}(W) = \frac{\delta^2}{1-\delta^2}(W) \ldots (31_a)$$

$$E_2 = \frac{a^2}{a^2 - R^2}(W) = \frac{n^2}{n^2-1}(W) = \frac{1}{1-\delta^2}(W) \ldots (31_b)$$

Nu is de neutrale lading de superpositie van twee ladingen δq, waarvan de positieve gelijkvormig over den bol verbreid, zoodat hare werking voor uitwendige punten equivalent is aan eene lading $\delta q = \frac{R}{a}\,q = q'$ in het middenpunt C; De negatieve is eene ongelijkvormige lading $-\delta q = -\frac{R}{a}\,q = -q'$

wier werking voor uitwendige punten equivalent is aan die massa q', geconcentreerd in een punt tusschen C en O op een afstand $d = \frac{R^2}{a} = \delta R$ van het middenpunt verwijderd; zoodat de energieën der ladingen kunnen worden voorgesteld door:

$$E_1 = \frac{d^2}{R^2 - d^2} \cdot \frac{q^2}{2R} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (32_a)$$

$$E_2 = \frac{R^2}{R^2 - d^2} \cdot \frac{q^2}{2R} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (32_b)$$

en wij zien dat de energie E_1 toeneemt met d en verdwijnt als $d = a$, wanneer de beide equivalenten massa's zamenvallen, wat bij oneindige waarde van a gebeurt; de beide dan geheel equivalente ladingen brengen den bol in den ongeladen toestand; de factor $\frac{\delta^2}{1 - \delta^2} = \frac{d^2}{R^2 - d^2}$, die met δ en d verdwijnt, geeft het eigenaardige karakter dezer neutrale (of *nullading*) aan.

Voor E_2 blijkt, dat de ongelijkvormige verdeeling den factor $\frac{1}{1 - \delta^2}$ heeft, die grooter dan de eenheid is, dus steeds grooter energie dan de gelijkvormige verdeeling dier zelfde massa aangeeft. Voor $\delta = 0$ d. w. z. $a = \infty$ gaat de lading in eene gelijkvormige over, wier energie echter verdwijnt.

Nog merken wij op, dat daar

$$\frac{\delta^2}{1 - \delta^2} = \frac{1}{1 - \delta^2} - 1 \qquad E_1 = E_2 - \frac{(\delta q)^2}{2R}$$

of

$$E_2 - E_1 = (W) \quad \ldots\ldots\ldots \quad (33)$$

zoodat het verschil der beide energieën gelijk is aan de energie der gelijkvormige verdeeling van de massa

$$\pm \delta q = \pm \frac{R}{a} q.$$

8. Een voortgezet onderzoek der bij den bol verkregen

vermindering aan energie leert, dat het eerste verlies V_1 bij het inbrengen van den geïsoleerden, neutralen bol zich tot het verlies V, wanneer deze bol is afgeleid, verhoudt als

$$V_1 : V = E_1 : E_2 = 1 : n^2,$$

zoodat, als wij ook het verlies V_2 door de verwijdering der gelijknamige lading invoeren,

$$V_1 : V_2 : V = 1 : n^2 - 1 : n^2 \; \ldots\ldots \; (34)$$

en wel is

$$V_1 = \frac{1}{n^2 - 1}(W), \quad V_2 = (W)$$

en het totaal verlies

$$V = V_1 + V_2 = \frac{n^2}{n^2 - 1}(W).$$

V_1 stelt den arbeid voor, die tot de scheiding der beide gelijke, doch tegengestelde hoeveelheden, waaruit de neutrale lading bestaat, gevorderd wordt. V_2 is de energie der gelijknamige lading, die bij de afleiding wordt weggevoerd. Hunne som $V = V_1 + V_2$ geeft de energie E_2 der ongelijkvormige lading van den afgeleiden conductor.

Voeren wij den hoek φ in, die een der raaklijnen, uit O aan den bol getrokken, met de lijn $O\,C$ naar het middenpunt maakt, zoo zal, daar $R = a \sin \varphi$, dus $n \sin \varphi = 1$

$$\left.\begin{aligned} E_1 &= \frac{1}{n^2 - 1}(W) = (W)\, tg^2 \varphi, \\ E_2 &= \frac{n^2}{n^2 - 1}(W) = (W) \sec^2 \varphi \end{aligned}\right\} \ldots\ldots \; (35)$$

en dus:

$$E_1 = (W) \sec^2 \varphi - (W) \; \ldots\ldots\ldots \; (35_a)$$

welke laatste termen de energieën N en P der ongelijknamige (negatieve) lading $-\,q'$ en der gelijknamige (positieve) lading $+\,q'$ op den neutralen geleider aangeven, zoodat:

$$N : P = sec^2 \varphi : 1 = 1 : cos^2 \varphi$$

of

$$P = N \cos^2 \varphi \quad \ldots \ldots \ldots \quad (36)$$

Wij hebben dan nog:

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{N - P}{N} = \sin^2 \varphi$$

of

$$E_1 = E_2 \sin^2 \varphi \quad \ldots \ldots \ldots \quad (37)$$

Wanneer bijv. $\varphi = 45^0$, dus $n = \sqrt{2}$, zal de energie van den afgeleiden bol tweemaal grooter zijn dan die van den neutralen in denzelfden stand; van de nullading over dezen neutralen bol is de energie der negatieve, ongelijknamige en ongelijkmatig verdeelde lading tweemaal grooter dan de energie der gelijknamige en gelijkmatig verbreide positieve lading.

Merken wij eindelijk op, dat bij de neutrale lading de dichtheid nul is in punten, waarvoor wegens:

$$\varrho = \frac{q}{4 \pi R} \left(\frac{1}{a} - \frac{a^2 - R^2}{l^3} \right)$$

$l^3 = a\,(a^2 - R^2)$ is; of, als $t = \sqrt{a^2 - R^2}$ de lengte der raaklijn uit O aan den bol aanduidt,

$$l = \sqrt[3]{a\, t^2} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (38)$$

daar nu $a > t$, is ook $l > t$ en heeft dus de cirkel met de dichtheid nul, die het positieve van het negatieve deel der oppervlaktelading scheidt, een grooter straal, is dus *verder* van het massapunt O verwijderd dan de cirkel, volgens welke de kegel met O tot top den bol raakt.

9. Alvorens verder te gaan willen wij het feit bespreken, dat de electrische energie van ladingen, die hetzij in punten geconcentreerd of over geleiders verbreid zijn, geacht kan worden aanwezig te zijn in de ruimte, die deze punten of oppervlakken omgeeft, d. i. in hun zoogenaamd electrostatisch veld.

Over een geleidenden bol met O tot middenpunt en met den straal a zij eene lading M verbreid, dan is, zooals wij zagen, de potentieele energie dier lading

$$W = \tfrac{1}{2} M V, \text{ of daar } V = \frac{M}{a}, \quad W = \frac{M^2}{2a} \quad \ldots (39)$$

Verdeelen wij de ruimte in met den bol concentrische lagen, zoo zal voor eene laag met de stralen r en $r + dr$ het volume $dv = 4\pi r^2 dr$; de kracht op een afstand r van O is $F = \frac{M}{r^2}$; noemen wij, in verband met deeen heden voor energie en kracht, de in een volumeëlement dv aanwezige energie $K F^2 dv$, waarin K eene nader te bepalen getallen constante, zoo wordt de totale energie van het veld

$$W = \int K F^2 dv = 4\pi K M^2 \int_a^\infty \frac{dr}{r^2} = 4\pi K \frac{M^2}{a} \quad \ldots (40)$$

Opdat deze waarde met die onder (39) verkregen overeenstemme, moet

$$4\pi K = \tfrac{1}{2} \quad \text{of} \quad K = \frac{1}{8\pi},$$

zoodat de energie voor het volume dv

$$dW = \frac{1}{8\pi} F^2 dv. \quad \ldots \ldots \ldots \ldots (41)$$

Wij krijgen dan voor de energie in de straks genoemde spherische laag

$$dW = \frac{M}{2} \frac{dr}{r^2} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots (42)$$

derhalve voor de laag begrepen tusschen de stralen $b = \lambda a$ en $b' = \lambda' a$

$$W_b^{b'} = \frac{M}{2} \int_b^{b'} \frac{dr}{r^2} = \frac{M}{2} \left(\frac{1}{b} - \frac{1}{b'}\right) \quad \ldots \ldots (43_a)$$

of ook

$$W_{\lambda}^{\lambda'} = W\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda'}\right) \quad \ldots\ldots\ldots (43_b)$$

Voor de aan het boloppervlak a grenzende ruimte, zal $\frac{1}{n}$ der energie gelegen zijn binnen de schil met de stralen a en pa, waarbij p bepaald wordt door

$$\frac{1}{n} + \frac{1}{p} = 1 \quad \text{of} \quad n = \frac{p}{p-1}, \quad p = \frac{n}{n-1} \ldots (44)$$

zoodat de ruimte tusschen het gegeven oppervlak en een boloppervlak met den straal $2a$, reeds de helft der totale energie bevat; en zoo deze laatste straal $3a$, $4a$, ... pa, is de energie in de ruimte tusschen dit oppervlak en dat van den geladen bol

$$\frac{2}{3}W, \ \frac{3}{4}W, \ldots \frac{p-1}{p}W.$$

Hetzelfde geldt, wanneer zich in O eene vaste massa q bevindt; deze kan toch beschouwd worden voor de *werking naar buiten* equivalent te zijn aan eene gelijke massa over een *willekeurig* boloppervlak om O gelijkmatig verbreid — en zoo men hare energie W noemt, zal die massa, wat hare *energie* betreft, equivalent zijn aan eene lading q gelijkmatig over een bol om O verbreid, met den straal λ, gegeven door de vergelijking

$$w = \frac{q^2}{2\lambda}, \text{ zoodat } \lambda = \frac{q^2}{2w} \quad \ldots\ldots\ldots (45)$$

10. Ter bepaling der energie, die zich in eene bolvormige ruimte met den straal R bevindt, wier middenpunt C op een afstand $a = nR$ van het punt O verwijderd is, waarin eene electrische massa q is geconcentreerd, gaan wij uit van de energie dW', aanwezig in het gedeelte PFQ van de met de stralen r en $r + dr$ om O beschreven schil.

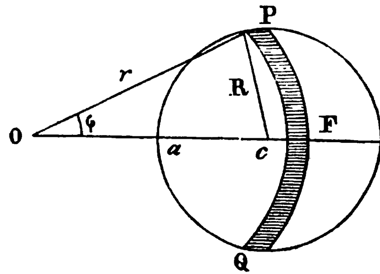
Daar

$R^2 = r^2 + n^2 R^2 - 2 n r R \cos\varphi$,

volgt

$$\cos\varphi = \frac{r^2 + n^2 R^2 - R^2}{2 n r R},$$

$$\frac{1 - \cos\varphi}{2} = \frac{R^2 - (r - n R)^2}{4 n r R}$$



of als

$$r - n R = x R, \quad \frac{1 - \cos\varphi}{2} = \frac{1 - x^2}{4 n (n + x)}$$

dus, in gevolge (42) voor het gedeelte RFQ der schil,

$$d W' = \frac{q^2}{2} \cdot \frac{1 - \cos\varphi}{2} \cdot \frac{d r}{r^2} = \frac{q^2}{2} \cdot \frac{(1 - x^2) d x}{(n + x)^3};$$

zoodat

$$d W' = \frac{W}{4 n} \frac{(1 - x^2) d x}{(n + x)^3}, \text{ als } W = \frac{q^2}{2 R};$$

en voor de energie in den geheelen bol om C

$$E' = W' = \frac{W}{4 n} \int_{-1}^{+1} \frac{(1 - x^2) d x}{(n + x)^3};$$

waarvoor men vindt, daar $n = \frac{a}{R}$,

$$W' = \frac{q^2}{4 R} \left(\frac{R^2}{a^2 - R^2} - \frac{R}{2 a} l . \frac{a + R}{a - R} \right) \; . \; . \; . \; . \; (46)$$

of, als wij $a = n R$ nemen,

$$E' = W' = \frac{q^2}{4 R} \left(\frac{1}{n^2 - 1} - \frac{1}{2 n} l \frac{n + 1}{n - 1} \right) . \; . \; . \; (46_a)$$

11. Vergelijken wij de energie

$$E_1 = \frac{q^2}{2R} \cdot \frac{R^4}{a^2(a^2 - R^2)} = \frac{q^2}{2R} \cdot \frac{1}{n^2(n^2-1)}$$

van den neutralen geleider met E^1; stellen wij daartoe $E_1 = yE^1$, zoo vinden wij voor y, dat is voor de verhouding der energie van den neutralen geleider, tot die welke aanvankelijk verbreid was over de ruimte, waar zich nu de neutraal geladen bol bevindt,

$$y = \frac{E_1}{E^1} = \frac{\frac{1}{n^2(n^2-1)}}{\frac{1}{2}\left\{\frac{1}{n^2-1} - \frac{1}{2n} l\left(\frac{n+1}{n-1}\right)\right\}} \quad . . . (47)$$

waarvoor wij achtervolgens schrijven

$$y = \frac{2}{n^2 - n(n^2-1)\left(\frac{1}{n} + \frac{1}{3n^3} + \frac{1}{5n^5} + \text{enz.}\right)} = \frac{2}{1 - \frac{n^2-1}{3n^2} - \frac{n^2-1}{5n^4} - \text{enz.}}$$

$$= \frac{2}{\frac{2}{3} + \frac{1}{3n^2} - \frac{1}{5n^2} + \frac{1}{5n^4} - \frac{1}{5n^6} + \text{enz.}}$$

$$= \frac{1}{\frac{1}{3} + \frac{1}{3.5\,n^2} + \frac{1}{5.7\,n^4} + \frac{1}{7.9\,n^6} + \text{enz.}} = \frac{1}{N_n};$$

voor $n = \infty$ wordt $N_\infty = \frac{1}{3}$

terwijl, daar

$$\frac{1}{3.5} + \frac{1}{5.7} + \frac{1}{7.9} + \text{enz.} = \frac{1}{2.3} = \frac{1}{6}$$

$$N_1 = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} = \frac{1}{2}$$

zoodat

$$E_1 = \frac{1}{N} E^1$$

tot grenswaarden heeft

$$n = 1 \quad E_1 = 2\,E^1 \,.\,.\,.\,.\,.\,.\,.\,.\,. \quad (48_a)$$

voor

$$n = \infty \quad E_1 = 3\,E^1 \,.\,.\,.\,.\,.\,.\,.\,.\,. \quad (48_b)$$

Derhalve is de energie van den afgeleiden bol, wiens centrum op een afstand $a = n\,R$ van O verwijderd is, welke energie voor willekeurige waarden van n wordt uitgedrukt door

$$E_1 = \frac{1}{\frac{1}{3} + \frac{1}{3.5\,n^2} + \frac{1}{5.7\,n^4} + \text{enz.}} E^1 \,.\,.\,.\,. \quad (49)$$

voor kleine waarden van n *tweemaal* grooter dan de energie aanvankelijk in de ruimte aanwezig, die de bol thans inneemt; zij nadert voor groote waarden van n tot het *drievoudige* dier overeenkomstige energie; m. a. w. de energie van den afgeleiden bol is steeds grooter dan het dubbele, kleiner dan het drievoudige der energie, die de ruimte, thans door den bol ingenomen, bevatte, toen de massa q in O *alleen* aanwezig was.

Blijkbaar geldt dezelfde redeneering, wanneer, in plaats van een massa punt q in O, de lading q, aanvankelijk over een bol met willekeurigen straal om O als middenpunt gelijkmatig verbreid was.

Voor de energie van den *afgeleiden* bol zal, daar deze blijkens het in (31_a) en (31_b) gevondene $\frac{a^2}{R^2}$ of n^2 maal grooter is dan van den *neutralen* bol, onder dezelfde omstandigheden,

$$E_2 = n^2\,E_1 = \frac{n^2}{\frac{1}{3} + \frac{1}{3.5\,n^2} + \frac{1}{5.7\,n^4} + \text{enz.}} E^1 \,.\,.\,. \quad (50)$$

zij is dus in de uiterste standen $2n^2$ of $3n^2$ maal grooter dan de aanvankelijke energie in de ruimte, die de bol inneemt en in het algemeen is voor den neutralen bol

$$E_1 = (2 + h_n^2) E^1 \ldots\ldots\ldots \quad (51_a)$$

voor den afgeleiden bol

$$E_2 = (2 + h_n^2) n^2 E^1, \ldots\ldots\ldots \quad (51_b)$$

waarin h_n eene constante, die van n afhangt en wier waarde *kleiner* dan de eenheid is.

Bij den afgeleiden bol nadert

$$E_2 = \frac{q^2}{2R} \cdot \frac{1}{n^2 - 1}$$

met toenemende waarden van n tot nul; dan wordt, terwijl E^1 nul tot limiet heeft, voor toenemende waarden van n de coëficiënt van E^1 in (50) oneindig groot.

12. *Algemeene uitdrukking voor de energie van een stelsel, bestaande uit een electrisch massa punt M_1 en een bol met willekeurige lading M_2.*

Voor de algemeene waarde van W maken wij van de uitdrukkingen (6) en (6_a)

$$W = \tfrac{1}{2} (p_1 M_1^2 + 2p^1 M_1 M_2 + p_2 M_2^2) \ldots . \quad (6)$$

en

$$W = \tfrac{1}{2} (q_1 V_1^2 + 2q^1 V_1 V_2 + q_2 V_2^2) \ldots . \quad (6_a)$$

gebruik, waarvoor wij de coëficiënten p en q zullen bepalen.

Voor de massa M_1 nemen wij eene vaste massa q aan, geconcentreerd in een enkel punt — met de energie w en beschouwen die massa, wat de energie betreft, als *equivalent* met dezelfde massa gelijkmatig over een niet geleidend boloppervlak met *kleinen straal* λ verbreid, dus ingevolge (45), $\lambda = \frac{q^2}{2w}$.

Zoodat wij eigenlijk met *twee bolopppervlakken* met de stralen λ en R te doen hebben, waarbij echter de lading over

het eerste bolloppervlak *niet* voor wijziging door inductie vatbaar is.

Is de geleidende bol geïsoleerd en zonder lading dan is $M_1 = q$, $M_2 = 0$ en zal blijkens (26) en (6)

$$W_1 = w - \frac{q^2}{2R} \cdot \frac{R^4}{a^2(a^2 - R^2)} = \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{R^3}{a^2(a^2 - R^2)}\right)\frac{q^2}{2} = p_1 \cdot \frac{q^2}{2} \quad ..(52)$$

zoodat

$$p_1 = \frac{1}{\lambda} - \frac{R^3}{a^2\,(a^2 - R^2)} = \frac{1}{A} \quad \ldots\ldots (53)$$

Is de geleidende bol daarentegen met den grond verbonden, zoo geeft (24)

$$W_2 = w - \frac{q^2}{2\,R} \cdot \frac{R^2}{a^2 - R^2} = \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{R}{R^2 - a^2}\right) \frac{q^2}{2} \quad \ldots (54)$$

Nu is, terwijl weder $M_1 = 0$ ingevolge (13)

$$W_2 = \frac{1}{q_1} \frac{q^2}{2};$$

dan geeft (54)

$$\frac{1}{q_1} = \frac{1}{\lambda} - \frac{R}{a^2 - R^2} = \frac{1}{B} \quad \ldots\ldots (55)$$

in dit laatste geval is, na het in n^0. 7a opgemerkte,

$$M_2 = -\frac{R}{a}\,q,$$

en daar

$$M_2 = -\frac{p^1}{p_2}\,q \text{ (volgens (1)) en } \frac{p_1}{p_2} = -\frac{q^1}{q_1} \text{ (zie (4))}$$

$$\frac{p^1}{p_2} = \frac{R}{a} = -\frac{q^1}{q_1} = \mu \quad \ldots\ldots\ldots (54)$$

of

$$p^1 = \frac{R}{a}\,p_2 = \mu\,p_2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (54_a)$$

zoodat voor de *zes* coëfficiënten *drie* vergelijkingen gegeven zijn en wel

$$p_1 = \frac{1}{A}, \quad q_1 = B, \quad \frac{p^1}{p_2} = -\frac{q^1}{q_1} = \mu;$$

p_1 en q_1 zijn dus bepaald; de vier overige volgen terstond door middel van de betrekkingen (4). Wij hebben daartoe,

$$\frac{1}{q_1} = \frac{1}{B} = \frac{D}{p_2} = p_1 - \frac{p'^2}{p_2} = \frac{1}{A} - \mu^2 p_2; \quad p_2 = \frac{1}{\mu^2}\left(\frac{1}{A} - \frac{1}{B}\right);$$

$$p^1 = \mu p_2 = \frac{1}{\mu}\left(\frac{1}{A} - \frac{1}{B}\right); \quad q^1 = -\mu q_1 = -\mu B;$$

eindelijk geeft (53)

$$A = \frac{1}{p_1} = \frac{D'}{q_2} = q_1 - \frac{q'^2}{q_2} = B - \frac{\mu^2 B^2}{q_2}, \text{ dus } \frac{1}{q_2} = \frac{B-A}{\mu^2 B^2}$$

derhalve

$$p_1 = \frac{1}{A} \quad p^1 = \frac{1}{\mu}\left(\frac{1}{A} - \frac{1}{B}\right) \quad p_2 = \frac{1}{\mu^2}\left(\frac{1}{A} - \frac{1}{B}\right) \ldots (55)$$

$$q_1 = B \quad q^1 = -\mu B \qquad q_2 = \frac{\mu^2 B^2}{B - A} \ldots\ldots (55_a)$$

voor A, B en μ hunne waarde schrijvende, wordt

$$\frac{1}{A} - \frac{1}{B} = \frac{R}{a^2 - R^2} - \frac{R^3}{a^2(a^2 - R^2)} = \frac{R^2}{a^2};$$

$$\frac{B^2}{B - A} = \frac{B}{A} \cdot \frac{1}{\left(\frac{1}{A} - \frac{1}{B}\right)} = \frac{a^2}{R} \cdot \frac{B}{A} \ldots\ldots (56)$$

zoodat

$$p_1 = \frac{1}{\lambda} - \frac{R^3}{a^2(a^2 - R^2)}, \quad p^1 = \frac{1}{a}, \quad p_2 = \frac{1}{R},$$

$$q_1 = \frac{\lambda(a^2 - R^2)}{a^2 - R^2 - \lambda R}, \quad q^1 = -\frac{R\lambda(a^2 - R^2)}{a(a^2 - R^2) - a\lambda R},$$

$$q_2 = \frac{R}{a^2}\left(\frac{a^2(a^2 - R^2) - \lambda R^3}{a^2 - R^2 - \lambda R}\right) \ldots\ldots\ldots (56_a)$$

Zoodat voor de energie van het stelsel *massapunt en bol*, bij *willekeurige* ladingen

$$W = \tfrac{1}{2}\left\{\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{R^2}{a^2(a^2-R^2)}\right)M_1^2 + \frac{2}{a} M_1 M_2 + \frac{1}{R} M_2^2\right\} \ldots (57)$$

en

$$W = \tfrac{1}{2}\left\{\frac{\lambda(a^2-R^2)}{a^2-R^2-\lambda R} V_1^2 - \frac{2R\lambda(a^2-R^2)}{a(a^2-R^2)-a\lambda R} V_1 V_2 + \right.$$

$$\left. + \frac{R}{a^2}\left(\frac{a^2(a^2-R^2)-\lambda R^3}{a^2-R^2-\lambda R}\right) V_2^2\right\} \ldots\ldots\ldots (58)$$

waarin als bijzondere gevallen de voor den geïsoleerden, neutralen en voor den afgeleiden bol in (52) en (54) gevondene waarden volgen.

13. *Electrisch massapunt tegenover een met den grond verbonden geleidend plat vlak.*

Ook hier geldt de uit (21) en (20) afgeleide betrekking

$$W = w + \tfrac{1}{2}\int \varrho\, V\, ds,$$

waarin ϱ de door de massa q geïnduceerde dichtheid in een element ds van het vlak en V de potentiaal dier massa in dit element aanduidt.

Bevindt zich q op een afstand a van het vlak en op een afstand l van ds, zoo is

$$V = \frac{q}{l}, \quad \varrho = -\frac{aq}{2\pi l^3},$$

welke laatste waarde uit de in n^0. 7 voor de bij den afgeleiden bol gevondene dichtheid terstond is af te leiden.

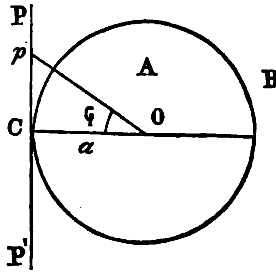
Polaire coördinaten (r en φ), voor het voetpunt der loodlijn uit q op het vlak als oorsprong, geven $ds = r\,dr\,d\varphi$ en wij hebben

$$\tfrac{1}{2}\int \varrho\, V\, ds = -\tfrac{1}{2}\cdot\frac{aq^2}{2\pi}\iint\frac{r\,dr\,d\varphi}{l^4} =$$

$$= -\frac{aq^2}{2}\int_0^\infty \frac{r\,dr}{(a^2+r^2)^2} = \frac{aq^2}{4}\left(\frac{1}{a^2+r^2}\right)_0^\infty = -\frac{q^2}{4a}$$

zoodat

$$W_2 = w - \frac{q^2}{4a} \quad . \; . \; . \; . \; (59)$$



of als

$$\frac{q^2}{2a} = p, \quad W_1 = w - \tfrac{1}{2} p \; . \; . \; (59_a)$$

Nu is de energie, aanvankelijk (zonder vlak PP') aanwezig in den bol A, die $CO = a$ tot straal heeft,

$$W'_a = \frac{q^2}{r^2} \int_\lambda^a \frac{dr}{r^2} = \frac{q^2}{2}\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{a}\right) = w - p \; . \; . \; . \; (60)$$

De aanvankelijke energie in het gedeelte rechts van het vlak *om* den bol A, dus in de ruimte B wordt gegeven door

$$W'_b = \frac{q^2}{2} \int_a^\infty \frac{1 + \cos\varphi}{2} \frac{dr}{r^2} \text{ waarin } \varphi = \angle pOC,$$

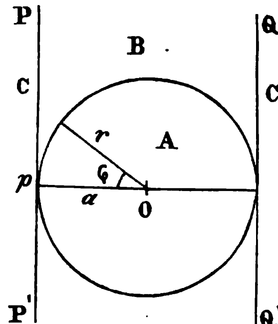
en daar

$$\frac{1 + \cos\varphi}{2} = \frac{r + a}{2}$$

is

$$W'_b = \frac{q^2}{2} \int_a^\infty \frac{r + a}{2r} \frac{dr}{r^2} = \frac{q^2}{4}\left(\int_a^\infty \frac{dr}{r^2} + a \int_a^\infty \frac{dr}{r^3}\right)$$

$$= \frac{q^2}{4}\left(\frac{1}{a} + \frac{1}{2a}\right) = \frac{3}{8} \frac{q^2}{a}$$



zoodat

$$W'_b = \frac{3}{4} p \; . \; . \; . \; . \; (61)$$

Aanvankelijk was dus in de ruimte, die rechts van het vlak ligt de energie

$$W'_{ab} = W'_a + W'_b = w - p + \frac{3}{4} p = w - \frac{1}{4} p \; . \; . \; . \; (62)$$

links van dit vlak, de energie

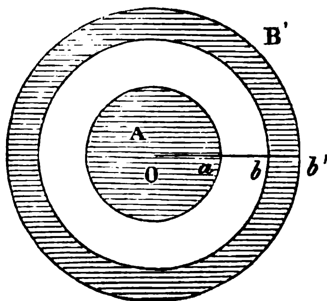
$$W'_c = w - (W'_a + W'_b) = \frac{1}{4} p \quad . \quad . \quad . \quad (62_a)$$

Terwijl nu bij aanwezigheid van het geleidend met den grond verbonden vlak, ten gevolge der inductie, en ingevolge (59^a) de *totale energie* wordt

$$W = w - \tfrac{1}{2} p ,$$

heeft er dus in het electrische veld eene vermindering $\frac{1}{2} p = 2 W'_c$ plaats, zoodat de totale energie is verminderd met de energie $C + C'$, die zich aanvankelijk in de ruimte links van PP' en rechts van QQ' bevond. De energie, die nadat het vlak tegenover de massa q geplaatst is, in het electrische veld aanwezig blijft, komt dus, hoewel anders verdeeld, in grootte overeen met de energie, die zich aanvankelijk om het massapunt O bevond in de ruimte gelegen tusschen beide vlakken PP' en QQ'.

14. *De bolvormige condensator.*



Over een geleidend bol-oppervlak A, dat O tot middenpunt en $Oa = a$ tot straal heeft, is eene electrische lading q verbreid, hetzij onmiddellijk of door inductie van eene binnen dit bol-oppervlak geplaatste vaste massa q.

De energie dier lading $\overline{W} = \frac{q^2}{2a}$, is dan in de ruimte, die den bol omgeeft, verbreid volgens den in n^0. 9 gegeven regel.

Nu wordt eene geleidende schil BB' met de stralen $Ob = b = \lambda a$, en $Ob' = b' = \lambda' a$ concentrisch om den bol A gebracht; die schil zij ongeladen en wij beschouwen haar eerst geïsoleerd, daarna met den grond verbonden. — Zooals bekend is, induceert de inwendige lading q op het binnen-oppervlak B der schil eene lading $-q$, op haar

buiten-oppervlak B' eene gelijknamige lading $+ q$, beide ladingen gelijkvormig over die oppervlakken verbreid, welke laatste lading bij verbinding met den grond verwijderd wordt.

Ook dan geldt in beide gevallen, volgens het in n⁰. 6 ontwikkelde, de betrekking

$$W = \overline{W} + \tfrac{1}{2} \int \varrho\, V\, ds \,.\,.\,.\,.\,.\,.\,.\,. \,(63)$$

waarin V, de potentiaal der inwendige lading, terwijl de integraal over binnen- en buiten-oppervlak der schil genomen is.

Daar voor het binnen-oppervlak $V_i = \frac{q}{b}$ voor het buitenoppervlak $V_u = \frac{q}{b'}$, terwijl beide ladingen constante dichtheden hebben, zoodat

$$\int \varrho\, V\, ds = V \int \varrho\, ds \,,$$

geeft (63) voor de *geïsoleerde* schil

$$W_1 = \frac{q^2}{2a} - \frac{q^2}{2}\left(\frac{1}{b} - \frac{1}{b'}\right) \,.\,.\,.\,.\,.\,. \,(64)$$

of bij invoering van $\overline{W} = \frac{q^2}{2a}$, $b = \lambda a$ en $b' = \lambda' a$,

$$W_1 = \overline{W}\left(1 - \frac{1}{\lambda} + \frac{1}{\lambda'}\right) \,.\,.\,.\,.\,.\,. \,(64_a)$$

Is, in de tweede plaats, de schil geleidend met den grond verbonden, zoo wordt

$$\int \varrho\, V\, ds = V \int \varrho\, ds = - \frac{q^2}{2b}$$

en de totale energie in dit geval

$$W_2 = \frac{q^2}{2a} - \frac{q^2}{2b} \,.\,.\,.\,.\,.\,.\,.\,.\,. \,(65)$$

of liever

$$W_2 = \overline{W}\left(1 - \frac{1}{\lambda}\right) \ldots\ldots\ldots (65_a)$$

Toen alleen de lading over A aanwezig was, bevond zich in de ruimte, die nu de schil inneemt eene hoeveelheid energie (vergel. 43_a)

$$W_{s_1} = \overline{W}\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda'}\right) \ldots\ldots\ldots (66)$$

en in de geheele ruimte, die het binnen-oppervlak B omgeeft, de energie

$$W_{s_2} = \frac{1}{\lambda}\,\overline{W} \ldots\ldots\ldots (67)$$

Eene vergelijking der waarden (66) en (67) met (64_a) en (65_a) leert:

1e dat de energievermindering van het veld bij de *geïsoleerde* schil juist gelijk is aan de energie, die vroeger in hare ruimte aanwezig was; zoodat, analoog aan den hydrotatischen regel van Archimedes, *het verlies aan energie voor het electrische veld bij de geïsoleerde, neutrale, concentrische schil gelijk is aan de energie, die de schil verplaatst;*

2e dat voor de *afgeleide* schil alle energie van het veld wegvalt in de ruimte der schil en daar buiten, zoodat de verbinding met den grond met de verwijding der geleidende schil in de ruimte buiten het oppervlak B' overeenkomt.

Dit zoo eenvoudige resultaat volgt doordien, zooals bekend, de ladingen der schil geene werking naar binnen uitoefenen en dus de lading over het geleidend oppervlak A niet door inductie wijzigen.

Ten slotte blijkt, dat in het gedeelte van het veld tusschen de oppervlakken A en B (de ruimte die binnen de schil, buiten het geladen oppervlak ligt) de energie onveranderd blijft, hetzij de schil niet aanwezig is, hetzij de ongeladen schil al dan niet geïsoleerd, zich concentrisch tegenover het geladen boloppervlak A bevindt.

Blijkbaar vindt in de beide voor de schil behandelde gevalleu de vermindering aan energie haar equivalent in de energie der door inductie over het oppervlak der schil verbreide electrische lading.

15. *Bolvormige condensator met geladen schil.*

Bij eene willekeurige lading der schil bezigen wij weder de algemeene uitdrukkingen (6) en (6_a)

$$W = \tfrac{1}{2}\{p_1 M_1^2 + 2p^1 M_1 M_2 + p_2 M_2^2\}$$
$$W = \tfrac{1}{2}\{q_1 V_1^2 + 2q^1 V_1 V_2 + q_2 V_2^2\}$$

ten einde voor dit stelsel van *twee* geleiders, kern en schil, de waarde der coëfficiënten p en q te bepalen.

Daartoe geven de betrekkingen (1)

$$V_1 = p_1 M_1 + p^1 M_2, \qquad V_2 = p^1 M_1 + p_2 M_2,$$

wanneer de schil is afgeleid, $V_2 = 0$, dus $M_2 = -\frac{p^1}{p^2} M_1$; daar echter in dit geval $M_2 = -M_1$ volgt $p^1 = p_2$, en (4) geeft dan $q^1 = -q_1$.

Voor $M_2 = 0$, de geïsoleerde, neutrale schil, volgt dan $V_1 = p_1 M_1$, en daar directe berekening geeft

$$V_1 = \frac{M_1}{a} - \frac{M_1}{b} + \frac{M_1}{b^1}, \text{ wordt } p_1 = \frac{1}{a} - \frac{1}{b} + \frac{1}{b^1}.$$

Bij dezelfde onderstelling wordt $V_2 = \frac{M_1}{b^1}$ dus $p^1 = p_2 = \frac{1}{b'}$, en voor de eerste waarde van W volgt,

$$W = \tfrac{1}{2}\left\{\left(\frac{1}{a} - \frac{1}{b} + \frac{1}{b^1}\right) M_1^2 + \frac{2}{b^1} M_1 M_2 + \frac{1}{b^1} M_2^2\right\} \quad ..(68)$$

die voor $M_2 = 0$ en $M_2 = -M_1$ geeft als $M_1 = q$.

$$W_1 = \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{b} + \frac{1}{b^1}\right)\frac{q^2}{2} \quad \text{en} \quad W_2 = \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{b}\right)\frac{q^2}{2}$$

overeenkomstig het in (64) en (65) gevondene.

Voor de capaciteit- en inductie-coëfficiënten volgt uit de vergelijkingen (4) daar

$$p_1 = \frac{1}{a} - \frac{1}{b} + \frac{1}{b^1}, \quad p^1 = \frac{1}{b^1}, \quad p_2 = \frac{1}{b^1},$$

$$D = p_1 p_2 - p'^2 = \frac{1}{a b^1} - \frac{1}{b b^1}, \text{ dus } \frac{1}{D} = \frac{a b b^1}{b - a}$$

en

$$q_1 = \frac{p_2}{D}, \quad q^1 = -\frac{p^1}{D}, \quad q_2 = \frac{p_1}{D}$$

terstond

$$q_1 = \frac{a b}{b - a}, \quad q^1 = -\frac{a b}{b - a}, \quad q_2 = b^1 + \frac{a b}{b - a};$$

de tweede uitdrukking voor W geeft dan

$$W = \frac{1}{2(b-a)} \{a b V_1^2 - 2 a b\, V_1 V_2 + (a b - a b^1 + b b^1) V_2^2\} \ldots (68_b)$$

welke laatste formule meer bepaaldelijk dient voor het geval, dat de potentialen over kern en schil gegeven zijn en de ladingen, die van deze gegevens volgens (2) afhangen, door geleidende verbinding met aanwezige bronnen van electriciteit op standvastige potentialen gehouden worden.

Op dit, wat de verandering der energie betreft, geheel afwijkend geval, werd in n⁰. 5 gewezen. Omtrent de *vermeerdering*, die de energie van het electrische veld bij aanwezigheid van een tweeden geleider bij zoodanige voorwaarden ondergaat, zullen wij thans in geen nader onderzoek treden.

16. Ten einde de vermindering der energie van het electrische veld nader toe te lichten, voor zoover zulks thans mogelijk is, merken wij vooreerst op, dat de door ons behandelde gevallen dit eigenaardig eenvoudige gemeen hebben, dat de oorspronkelijke lading door den bijkomenden tweeden geleider *niet* gewijzigd wordt. Bij het tegenover een vast

electrisch massapunt geplaatst bolvormig oppervlak of, geleidend plat vlak zal de werking der geïnduceerde lading op de vaste, onverplaatsbare, electrische massa in het punt zonder gevolg blijven; terwijl bij den bolvormigen condensator de werking der geëlectriseerde schil op elk inwendig punt nul is, zoodat de electriciteit op de geleidende kern niet in hare verdeeling gewijzigd wordt.

Wij stellen ons voor, dat aanvankelijk het electrisch massapunt of de geleidende geladen kern van den condensator alleen aanwezig is en later het tweede lichaam, de steeds concentrische geleider, van af het oneindige tot nabij die electrische massa wordt gebracht.

Deze verplaatsing van den geleider in het electrische veld der eerste massa heeft, opdat de electrische werking binnen den geleider nul worde, de vorming eener oppervlakte lading en daarmede scheiding van electriciteit in den aanvankelijk ongeladen geleider ten gevolge.

Die geïnduceerde lading vertegenwoordigt in haar electrisch arbeidsvermogen den arbeid door de electrische kracht bij de scheiding der electriciteiten verricht en dit geldt voor den geïsoleerden geleider. Bij den met den grond verbonden geleider voegt zich hierbij eene vermeerdering aan energie, gelijk aan den arbeid, die voor de verwijdering der met de aanvankelijke lading gelijknamige electriciteit noodig was.

Het voor de noodzakelijke vorming der geïnduceerde lading noodige arbeidsvermogen werd ontnomen aan het electrische veld, welks energie met dit bedrag *verminderd* werd en het is juist deze vermindering, welke door ons werd berekend en nagegaan.

Hierbij merken wij nog op, dat in de door ons behandelde gevallen de eerst aanwezige lading niet gewijzigd wordt; doch de geïnduceerde lading op den bijgebrachten geleider wijzigt de electrische kracht F voor ieder punt van het electrische veld; zoodat de electrische energie $\frac{1}{8\pi} F^2 \, dv$, die bij een element dv van dit veld behoort, verandert en de geheele energie van dit veld een geringer bedrag krijgt, *verminderd* wordt.

Zooals daareven is uiteengezet, vindt deze vermindering der energie van het veld haar *equivalent* in de (potentiëele) energie der *geïnduceerde* lading op zichzelve, wat ook in n^0. 6 naar aanleiding der formule (22) werd opgemerkt.

Het in n^0. 14 behandelde geval van den bolvormigen condensator, waar, bij de geïsoleerde en neutrale schil de energie vermindering van het veld juist zijn equivalent vindt in het electrisch arbeidsvermogen der door inductie geladen bolvormige schil, geeft hiervan een wel wat eenvoudig, doch zeer aanschouwelijk voorbeeld.

Meer volledig, wat de wijziging van het electrische veld betreft, is het in n^0. 7 en 8 behandelde geval van een electrisch massapunt tegenover een geleidenden bol.

Wij meenen met het hier medegedeelde te kunnen volstaan. De behandeling van het meer algemeene geval, waarbij de aanvankelijk aanwezige lading door den geïnduceerden geleider gewijzigd wordt, moet thans achterwege blijven.

Utrecht, Mei 1885.

PROCES-VERBAAL

VAN DE

GEWONE VERGADERING DER AFDEELING NATUURKUNDE,

op Zaterdag 30 Mei 1885.

Tegenwoordig de Heeren: BUYS BALLOT, Voorzitter, ZAAIJER, BIERENS DE HAAN, SCHOLS, VAN DIESEN, VAN DE SANDE BAKHUYZEN, HOEK, VAN 'T HOFF, PLACE, STOKVIS, VAN HASSELT, GRINWIS, VERLOREN, KORTEWEG, RIJKE, BOSSCHA, HEYNSIUS, RAUWENHOFF, LORENTZ, GUNNING, BEHRENS, VAN DEN BERG, MAC GILLAVRY, KAMERLINGH ONNES, HUBRECHT, MICHAËLIS, MULDER, FRANCHIMONT, DE VRIES, KOSTER, ZEEMAN en C. A. J. A. OUDEMANS, Secretaris. Voorts van de Letterkundige Afdeeling de Heer: CAMPBELL.

— Het Proces-Verbaal der vorige vergadering wordt gelezen en goedgekeurd.

— Worden gelezen brieven van dankzegging voor ontvangen werken der Akademie van de navolgenden:

1°. C. J. GONNET, Adjunct-Bibliothecaris der Stads-Bibliotheek te Haarlem, 27 Mei 1885; 2°. J. TIDEMAN, Secretaris van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs te 's Gravenhage, 26 Mei 1885; 3°. A. GONDRY, Secretaris van het Willems-fonds te Gent, 25 Mei 1885; 4°. DELABORDE, Directeur der Bibliothèque Nationale te Parijs, 24 April 1885; 5°. den Directeur der Ecole Polytechnique te Parijs, 24 April 1885; 6°. het Ministère de la Guerre te Parijs, 28

April 1885; 7°. den Bibliothecaris der Société Mathématique de France te Parijs, 7 Mei 1885; 8°. DE MILLORIÉ, Directeur van het Musée Guimet te Lyon, 28 April 1885; 9°. BRUEVIL, Archivaris der Société des sciences physiques et naturelles te Bordeaux, 22 April 1885; 10°. J. GARNIER, Secretaris der Société des antiquaires de Picardie te Amiens, 23 April 1885; 11°. A. DURIEUX, Secretaris der Société d'émulation te Cambrai, 22 April 1885; 12°. L. DESCHAMPS DE PAS, Secretaris der Société des antiquaires de la Morinie te St. Omer, 23 April 1885; 13°. GATIEN-ARNOULT, Secretaris der Académie des sciences, inscriptions et belles-lettres te Toulouse, 26 April 1885; 14°. J. H. HUTKE, Bibliothecaris der Royal Medical Chirurgical Society te Londen, April 1885; 15°. den Secretaris der Académie Hongroise des Sciences te Budapest, 5 Mei 1885; 16°. den Secretaris van het Historischer Verein für Steiermark te Graz, 4 Mei 1885; 17°. HUBER Directeur van het Ferdinandeum te Innsbrück, 23 Mei 1885; 18°. de Redactie der Mittheilungen van JUSTUS PERTHES' Geographischer Anstalt te Gotha, 2 Mei 1885; 19°. den Directeur van den Zoologischer Garten te Frankfurt a./M., 2 Mei 1886; 20°. LAUBMANN, Directeur der kön. Hof- und Staatsbibliothek te München, 28 April 1885; 21°. den Directeur van het Germanisches National-Museum te Neurenberg, 27 April 1885; 22°. den Secretaris van het Naturhistorischer Verein te Augsburg, 5 Mei 1885; 23°. A. GRUBER, Secretaris der Naturforschende Gesellschaft te Freiburg i./B., 7 Mei 1885; 24°. URBACH, Bibliothecaris van het Verein für Erdkunde te Dresden, 7 Mei 1885; 25°. C. KNOOP, Secretaris der Wetterauische Gesellschaft für die gesammte Naturkunde te Hanau, 13 Mei 1885; 26°. W. STUDEMUND, Straatsbnrg, 25 April 1885; 27°. D. CARUTTI, Secretaris der Regia Lynceorum Academia te Rome, 11 Mei 1885; 28°. J. B. DE ROSSI, Rome, 27 April 1885; 29°. L. CREMONA, Rome, 30 April 1885; 30°. L. CREMONA, Bibliothecaris der Societa Italiana delle scienze te Rome, 29 April 1885; 31°. A. SOBRERO, Secretaris der Académie Royale des Sciences te Turin, 4 Mei 1885; 32°. G. ORSINI, Secretaris der R. Accademia delle scienze dell' Istituto te Bologna, 25 April 1885;

33°. G. Bizio, Secretaris der R. Istituto di scienze, lettere ed arti te Venetië, 20 Mei 1885; 34°. F. Rosati, Directeur der R Scuola normale superiore te Pisa, 23 April 1885; 35°. F. Malmberg, Directeur van het Nautisk-meteorologiska byran te Stockholm, 21 April 1885; 36°. A. C. Drolsum, Bibliothecaris der Université royale te Christiania, 29 April 1885; 37°. E. Regel, Directeur van den Jardin impérial de Botanique te St. Petersburg, 17 April 1885; 38°. den Secretaris der Naturforscher Gesellschaft te Dorpat, Januari 1885; 39°. M. Barcena, Directeur van het Observatorio Central te Mexico, 15 April 1885; 40°. M. da Motta Teixeira, Bibliothecaris van het Museu Nacional te Rio de Janeiro, 1 Mei 1885; 41°. A. Liversidge, Secretaris der Royal Society of N. S. W. te Sydney, September 1884; aangenomen voor bericht.

— Voorts brieven ten geleide van boekgeschenken van de navolgenden:

1°. G. N. de Stoppelaar, Secretaris van het Zeeuwsch Genootschap der Wetenschappen te Middelburg, 20 April 1885; 2°. den Secretaris der Naturforschende Gesellschaft te Emden, 15 Mei 1885; 3°. den Secretaris der Naturforscher Gesellschaft te Dorpat, Januari 1885; 4°. J. E. Hilgard, Superintendent der U. S. coast and geodetic Survey Office te Washington, 30 December 1884; 5°. E. C. Pickering, Directeur van Harvard College Observatory te Cambridge, 30 Maart 1885; 6°. R. W. Young, Secretaris van het Canadian Institute te Toronto, 18 April 1885; waarop het gewone besluit valt van schriftelijke dankbetuiging en plaatsing in de boekerij.

Worden gelezen: 1°. eene missive van Z.E. den Minister van Binnenlandsche Zaken (11 Mei 1885), inhoudende de kennisgeving dat Z. M. de Koning de benoemingen, door de Afdeeling gedaan, heeft goedgekeurd; 2°. brieven van de Heeren van 't Hoff, Stieltjes, Gylden en von Sachs, waarin zij der Afdeeling dank zeggen voor de hun ten deel gevallen onderscheiding; 3°. brieven van de Heeren Stieltjes,

Fürbringer, J. A. C. Oudemans en A. C. Oudemans jr., waarin kennis wordt gegeven dat zij verhinderd zijn ter Vergadering te verschijnen.

— De Heer van 't Hoff wordt de Vergadering binnengeleid door de Heeren Hoek en Hubrecht en door den Voorzitter verwelkomd.

— De Secretaris leest een brief van het correspondeerend lid der Afdeeling, den Heer Verbeek, gedagteekend van Buitenzorg 19 Maart 1885, waarin de aandacht der Afdeeling gevestigd wordt op een door den Heer A. P. Melchior, Ingenieur der burgerlijke openbare werken in Nederlandsch-Indië, aan de boekerij der Akademie ten geschenke aangeboden boekwerk, getiteld: »De gang van eb en vloed te Batavia".

Verder wordt kennis genomen van eene mededeeling van het overlijden van het buitenlandsch lid der Akademie, den Hoogleeraar Dr. F. G. J. Henle, op 76-jarigen leeftijd te Göttingen. Dit bericht werd bereids met een adres van rouwbeklag beantwoord.

— De Heer Grinwis spreekt »Over den invloed van geleiders op de verdeeling der electrische energie" en biedt over dit onderwerp eene verhandeling aan voor de Verslagen en Mededeelingen.

— De Heer Verloren draagt het derde en laatste gedeelte voor zijner »Beschouwingen over de ontwikkeling der bewerktuigde wezens" en hoopt deze later voor de Verslagen en Mededeelingen aan te bieden.

— De Heer Zaaijer biedt eene verhandeling aan voor de 4° werken: »Over het onderzoek van arsenicum-houdende lijken" en behandelt mondeling de vraag of het gebruik van arsenicum gedurende het leven noodzakelijk moet lijden tot eene uitdroging of mumificatie der lijken, dan wel of dit verschijnsel ook van andere oorzaken afhankelijk kan zijn. De conclusie is, dat het dogma der arsenicum-mumi-

ficatie niet langer kan worden toegelaten, en dat tal van omstandigheden, buiten het gebruik van arsenicum, de uitdroging van cadavers kunnen te weeg brengen.

— De Heer SCHOLS spreekt »over de half convergente reeks voor de berekening van $\int e^{-x^2}\,dx$" en biedt over dit onderwerp een opstel aan voor de Verslagen en Mededeelingen.

— De Heer HUBRECHT geeft eene korte beschrijving van een nieuw geslacht van Zeevederen (Pennatulida), waarvan twee exemplaren uit de Japansche zee op eene diepte van 71 vadem verkregen werden en waaraan hij den naam van *Echinoptilum Macintoshii* wenscht te geven.

De onderscheidende kenmerken van het nieuwe genus zijn van dien aard, dat het onder de meer primitief georganiseerde vormen een plaats verdient, terwijl andererzijds punten van overeenkomst met hooger bewerktuigde groepen niet te miskennen zijn.

— De Heer MULDER biedt voor de Verslagen en Mededeelingen aan twee korte opstellen, getiteld: »Over een additie-product met broomcyaan" en »Smeltpunt en kookpunt van broomcyaan".

— Voor de boekerij der Akademie wordt aangeboden: door den Heer BIERENS DE HAAN, uit naam van het Wiskundig Genootschap: Onvermoeide arbeid komt alles te boven, Deel XII, Stuk 1, van het »Nieuw Archief der Wiskunde"; en door den Heer SCHOLS: »Waterbouwkunde" 4 Deelen met Atlas, uitgegeven door de Heeren HENKET, SCHOLS en TELDERS.

— Daar er verder niets te verhandelen is, sluit de Voorzitter de vergadering.

DE HALF-CONVERGENTE REEKS

TER

BEREKENING VAN DE INTEGRAAL

$$\psi(Z) = e^{Z^2} \int_Z^\infty e^{-z^2} \, dz.$$

DOOR

Ch. M. SCHOLS.

Zooals bekend is kan de integraal $\int_Z^\infty e^{-z^2} \, dz$ niet door directe integratie gevonden worden; voor het berekenen daarvan moet men zijn toevlucht nemen tot reeksontwikkelingen. Verschillende reeksontwikkelingen zijn voor dat doel ontwikkeld. Sommige daarvan zijn geschikt voor kleine, andere voor groote waarden van Z. Tot deze laatsten behoort de volgende half-convergente reeks reeds door LAPLACE aangegeven:

$$e^{Z^2} \int_Z^\infty e^{-z^2} \, dz = \frac{1}{2\,Z} - \frac{1}{2^2\,Z^3} + \frac{1.3}{2^3\,Z^5} - \frac{1.3.5}{2^4\,Z^7} + \ldots.$$

$$\ldots \pm \frac{1.3.5\ldots(2n-1)}{2^{n+1} Z^{2n+1}} \mp \frac{1.3.5\ldots(2n+1)}{2^{n+1}} e^{Z^2} \int_Z^\infty z^{-2n-2} e^{-z^2} dz. (1)$$

waarvoor wij kortheidshalve zullen schrijven:

$$\psi(Z) = P_0 - P_1 + P_2 - P_3 + \ldots. \pm P_n \mp R_n \,. (2)$$

Iedere volgende term wordt bij deze reeks uit den voorafgaanden gevonden door middel van de betrekking:

$$P_n = \frac{2n-1}{2Z^2} P_{n-1} \dots \dots \dots (3)$$

waaruit blijkt dat de termen P_n steeds kleiner worden zoolang:

$$2n - 1 < 2Z^2$$

is; voor grootere waarden van n nemen de termen in grootte steeds toe, waaruit blijkt dat de reeks divergent is. Toch kan zij gebruikt worden voor de berekening van $\psi(Z)$ en dus van $\int_Z^\infty e^{-z^2} dz$ omdat wanneer men de reeks bij een zekeren term P_n eindigt de rest R_n kleiner is dan P_n hetgeen onmiddellijk blijkt als men opmerkt dat:

$$R_{n-1} = P_n - R_n$$

is, en R_n en R_{n-1} beiden positief zijn. Wanneer P_n dus slechts zoo klein is, dat de waarde daarvan verwaarloosd kan worden, dan kan die reeks dienen om de waarde van $\psi(Z)$ te berekenen.

Aangezien de termen afwisselend positief en negatief zijn, biedt deze reeks nog dit bijzonder voordeel, dat de waarden die men achtereenvolgens vindt door de reeks bij verschillende termen af te breken, afwisselend te groot en te klein zijn, zoodat men steeds grenzen vindt waartusschen de juiste waarde van $\psi(Z)$ gelezen is.

Intusschen is de waarde van den kleinsten term P_n, dat is de term die bepaald wordt door de voorwaarde:

$$2n - 1 < 2Z^2 < 2n + 1 \dots \dots \dots (4)$$

alleen dan zoo klein, dat hij verwaarloosd kan worden, wanneer Z eene betrekkelijk groote waarde heeft. Het is echter duidelijk dat zij ook voor veel kleinere waarden kan worden toegepast, indien men voor de rest R_n eene goede benaderde waarden kan vinden.

De rest die onder een betrekkelijk eenvoudigen vorm door eene bepaalde integraal gegeven is, leent zich zeer goed om op verschillende wijzen benaderde waarden daarvoor te vinden. Wij zullen ons hier er toe bepalen een paar betrekkelijk eenvoudige uitdrukkingen daarvoor af te leiden, die eene zeer groote benadering opleveren.

§ 2. Voor het gemak van de ontwikkeling zullen wij echter vooraf in plaats van Z het vierkant daarvan als veranderlijke invoeren, wij stellen dus:

$$Z^2 = X \qquad z^2 = x \quad \ldots\ldots\ldots \quad (5)$$

en stellen met het zelfde doel:

$$2n + 1 = 2m \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (6)$$

Door het invoeren hiervan vinden wij voor de algemeene uitdrukking van P_n en R_n :

$$P_n = G_{m-1} X^{-m} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (7)$$

$$R_n = G_m e^X \int_X^{\infty} x^{-m-1} e^{-x} dx \quad \ldots\ldots \quad (8)$$

waarin:

$$G_m = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{5}{2} \cdots \frac{2n+1}{2} = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{5}{2} \cdots m \quad \ldots \quad (9)$$

is.

Voor de betrekking tusschen twee opvolgende termen P_{n-1} en P_n volgt hieruit:

$$P_n = \frac{m-1}{X} P_{n-1} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (10)$$

§ 3. Stelt nu $P_n \varphi_n$, waarin φ_n eene functie van X is, eene benaderde waarde voor R_n voor, dan kan men stellen:

$$R_n = P_n \varphi_n + R'_n \quad \ldots\ldots\ldots \quad (11)$$

Wendt men die benaderde waarde voor R_n aan dan zal men eene fout maken gelijk aan R'_n en het komt er dus op aan

voor φ_n eene zoodanige uitdrukking te vinden, dat R'_n eene waarde bezit belangrijk kleiner dan R_n.

De rest R'_n kan men schrijven onder den vorm:

$$R'_n = G_m e^X \int_X^\infty \omega_n x^{-m-1} e^{-x} dx \ldots\ldots (12)$$

waarin ω_n eene functie van x is, die op eenvoudige wijze van de functie φ_n afhangt. Vervangt men namelijk in (11), P_n, R_n en R'_n door hunne uitdrukkingen (7), (8) en (12) dan vindt men na deeling door $G_{m-1} e^X$:

$$m \int_X^\infty x^{-m-1} e^{-x} dx = \varphi_n X^{-m} e^{-X} + m \int_X^\infty \omega_n x^{-m-1} e^{-x} dx$$

waaruit door differentiatie volgt:

$$- m X^{-m-1} e^{-X} = \frac{d\varphi_n}{dX} X^{-m} e^{-X} -$$

$$- (X + m) \varphi_n X^{-m-1} e^{-X} - m \omega_n X^{-m-1} e^{-X}$$

en dus:

$$\omega_n = 1 - \frac{X+m}{m} \varphi_n + \frac{X}{m} \frac{d\varphi_n}{dX} \ldots\ldots (13)$$

§ 4. Aangezien R'_n den zelfden vorm heeft als R_n op de factor ω_n na zoo zal R'_n eene kleine waarde in betrekking tot R_n hebben, als ω_n voor waarden van x tusschen X en ∞ klein is. Vooral is het wenschelijk dat dit het geval is voor waarden van x die weinig grooter zijn dan X, omdat als dan de overige factoren onder het integraalteeken hunne grootste waarde bereiken, terwijl voor grootere waarden van x die factoren snel afnemen. Het zal dus zaak zijn φ_n zoodanig te kiezen dan ω_n eene zeer kleine waarde verkrijgt of zelfs nul wordt voor waarden van x omstreeks gelijk aan X.

Van veel belang is het de uitdrukking zoodanig te kiezen dat ω_n tusschen de grenzen X en ∞ niet van teeken ver-

andert, omdat men als dan bepaald weet dat R'_n eene positieve of eene negatieve waarde heeft, zoodat men weet in welken zin de afwijking plaats heeft, die ontstaat door het verwaarlozen van R'_n. Past men als dan die uitdrukking op twee opvolgende resten R_n en R_{n+1} toe, dan vindt men twee grenswaarden voor $\psi(Z)$ waartusschen de juiste waarde gelegen is.

Wij zullen daarom trachten voor ω_n een uitdrukking te vinden die zich onder den vorm van een vierkant voordoet.

Men zou voor ω_n een zekeren vorm kunnen aannemen en dan daaruit φ_n berekenen, maar dit is niet wel uit te voeren omdat φ_n dan gegeven wordt door de integraal:

$$\varphi_n = m X^m e^X \int_X^\infty (1 - \omega_n)\, x^{-m-1}\, e^{-x}\, d x$$

die zeker nog moeielijker te vinden is dan de rest R_n zelve.

Wij volgen den omgekeerden weg, nemen voor φ_n eene eenvoudige uitdrukking met onbepaalde coëfficiënten en bepalen die dan zoodanig, dat ω_n aan de gestelde voorwaarde voldoet

§ 5. Trachten wij in de eerste plaats voor φ_n eene uitdrukking te vinden van den vorm:

$$\varphi_n = \frac{a}{X + p} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (14)$$

waarin a en p twee onbepaalde coëfficiënten.

Uit (13) volgt nu:

$$\omega_n = 1 - \frac{a}{m}\frac{X + m}{X + p} - \frac{a X}{m (X + p)^2} =$$

$$= \frac{(m-a) X^2 - \{a(1 + m + p) - 2 m p\} X + m p (p-a)}{m (X + p)^2}$$

welke uitdrukking onder den vorm:

$$w_n = Q \frac{(X - p')^2}{m (X + p)^2} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (15)$$

kan gebracht worden.

Door de coëfficiënten van de gelijknamige machten van X van de tellers van beide uitdrukkingen aan elkaar gelijk te stellen, vinden wij:

$$\left.\begin{aligned} Q &= m - a \\ 2p' Q &= a(1 + m + p) - 2mp \\ p'^2 Q &= mp(p - a) \end{aligned}\right\} \dots (16)$$

Voor de vier onbekenden a, p, p' en Q hebben wij dus drie vergelijkingen, een van die vier onbekenden kan dus willekeurig gekozen worden. Nemen wij daarvoor p dan vinden wij door oplossing:

$$\left.\begin{aligned} a &= \frac{4mp}{1 + 2(m + p) + (m - p)^2} \\ Q &= \frac{m(1 + m - p)^2}{1 + 2(m + p) + (m - p)^2} \\ p' &= p\,\frac{1 - m + p}{1 + m - p} \end{aligned}\right\} \dots . (17)$$

Uit de laatste vergelijking volgt, dat p niet geheel willekeurig kan gekozen worden, want wil ω_n eene kleine waarde hebben dan moet p' positief zijn en daaruit volgt dat p gelegen moet zijn tusschen $m - 1$ en $m + 1$.

Daar het vooral te doen is eene uitdrukking te vinden voor de rest van den kleinsten term, waarvoor dus:

$$m - 1 < X < m$$

is, zoo mag p' slechts weinig van m verschillen. Uit de formules (17) blijkt nu dat hiervoor noodig is, dat p maar zeer weinig van m verschilt; nemen wij daarbij in aanmerking dat voor $p = m$ die formules zich aanmerkelijk vereenvoudigen, dan zijn wij gerechtigd om p eenvoudig gelijk aan m te nemen, waardoor wij vinden:

$$a = \frac{4\,m^2}{4\,m + 1}$$

$$Q = \frac{m}{4\,m + 1}$$

$$p' = m$$

en dus:

$$R_n = P_n \frac{4\,m^2}{(4\,m + 1)(X + m)} + R'_n \;\ldots\ldots (18)$$

waarin:

$$R'_n = G_m\, e^X \int_X^\infty \frac{1}{4\,m + 1} \frac{(x - m)^2}{(x + m)^2}\, x^{-m-1}\, e^{-x}\, dx \ldots\ldots (19)$$

Daar R'_n altijd positief is, zoo is de gevonden benaderingswaarde kleiner dan R_n. Voeren wij voor X en m wederom de waarden Z en n in, dan vinden wij dus:

$$R_n > P_n \frac{2\,(2\,n + 1)^2}{(4\,n + 3)(2\,Z^2 + 2\,n + 1)} \;\ldots\ldots (20)$$

§ 6. Zoo als wij in § 4 opmerkten, kan men door deze uitdrukking toe te passen op twee opvolgende resten twee grenswaarden voor $\psi(Z)$ vinden; intusschen is het wenschelijk die formule alleen toe te passen op de rest van den kleinsten term, dus op den term die bepaald wordt door de voorwaarde (4) of in de hier gebruikte notatie overgebracht,

$$m - 1 < X < m$$

omdat de formule alsdan de beste waarde voor $\psi(Z)$ geeft.

Op die wijze verkrijgen wij echter slechts ééne grenswaarde voor $\psi(Z)$. Om ook eene grenswaarde aan de andere zijde te hebben, zullen wij eene waarde afleiden, waar beneden R'_n noodzakelijk moet liggen.

Wanneer men namelijk in (19) voor x in den noemer de

kleinere waarde X in de plaats stelt, dan vindt men voor het tweede lid eene te groote waarde, waaruit dus volgt:

$$R'_n < \frac{G_m\, e^X}{(4\,m+1)(X+m)^2}\int_X^\infty (x-m)^2\, x^{-m-1}\, e^{-x}\, dx\,.$$

Door ontwikkeling van $(x-m)^2$ en splitsing der integratie gaat deze uitdrukking over in:

$$R'_n < \frac{G_m\, e^X}{(4\,m+1)(X+m)^2}\Big[\int_X^\infty x^{-m+1}\, e^{-x}\, dx -$$

$$-2\,m\int_X^\infty x^{-m}\, e^{-x}\, dx + m^2\int_X^\infty x^{-m-1}\, e^{-x}\, dx\Big]\,.$$

De drie hierin voorkomende integralen zijn dezelfde die blijkens de formule (8) voorkomen in R_{n-2}, R_{n-1} en R_n; wij kunnen die integralen dus daarin uitdrukken, waardoor wij vinden:

$$R'_n < \frac{(m-1)\,m\,R_{n-2} - 2\,m^2\,R_{n-1} + m^2\,R_n}{(4\,m+1)(X+m)^2}\,.$$

Uit (2) in verband met (10) volgt echter:

$$R_{n-1} = P_n - R_n$$

$$R_{n-2} = P_{n-1} - P_n + R_n = P_n\,\frac{X-m+1}{m-1} + R_n$$

waardoor onze uitdrukking overgaat in:

$$R'_n < \frac{m}{4\,m+1}\,\frac{P_n\,(X-3\,m+1) + R_n\,(4\,m-1)}{(X+m)^2}$$

Substitueeren wij hierin voor R_n de waarde uit (18) dan vinden wij door oplossingen van R'_n:

$$R'_n < P_n\frac{m}{(4m+1)(X+m)}\frac{2m+(4m+1)(X-m)(X-m+1)}{(4m+1)(X+m)^2-m(4m-1)}\,. \quad (21)$$

Voeren wij de oorspronkelijke waarden Z en n in, dan gaat deze uitdrukking over in:

$$R'_n < P_n \frac{2n+1}{(4n+3)(2Z^2+2n+1)} \cdot$$
$$\cdot \frac{4(2n+1)+(4n+3)(2Z^2-2n-1)(2Z^2-2n+1)}{(4n+3)(2Z^2+2n+1)^2-2(2n+1)(4n+1)} \quad . . (22)$$

§ 7. Wanneer men de uitdrukkingen (21) of (22) nagaat, dan ziet men dat R'_n eene goede benadering geeft voor waarden die voldoen aan de voorwaarde:

$$2n-1 < 2Z^2 < 2n+1$$

of:

$$m-1 < X < m$$

dus juist voor het geval dat de formule wordt toegepast op de rest van den kleinsten term.

De teller van (21) b.v. bestaat uit de som van twee deelen, het eerste deel $2m$ is altijd positief, het tweede gedeelte ook, behalve voor waarden van X gelegen tusschen de bovengenoemde grenzen $m-1$ en m. Voor waarden van X tusschen die grenzen wordt dat tweede gedeelte negatief en dus de waarde van R'_n zeer klein. De grootste negatieve waarde ($m+\frac{1}{4}$) van dien term is echter nog kleiner dan het eerste gedeelte, zoodat de gevonden grenswaarde voor R'_n steeds positief blijft.

De omstandigheid dat voor waarden van X tusschen die grenzen die term negatief wordt, geeft ons gelegenheid de grenswaarde voor R'_n voor dat geval nog te vereenvoudigen; door het negatieve gedeelte weg te laten vinden wij namelijk voor het tweede lid van (21) eene grootere waarde, waaruit dus volgt:

$$R'_n < P_n \frac{2m^2}{(4m+1)(X+m)[(4m+1)(X+m)^2-m(4m-1)]} \quad . . (23)$$

Hieruit kan echter eene nog eenvoudigere grenswaarde worden afgeleid. Voor het bijzondere geval, dat $X=m$ is, gaat bovenstaande uitdrukking over in:

$$R'_n < P_n \frac{1}{(4m+1)(16m^2+1)} = \frac{P_n}{(4X+1)(16X^2+1)}$$

Voor kleinere waarden van X is het gemakkelijk aan te toonen, dat het tweede lid van (23) kleiner is dan:

$$\frac{P_n}{(4X+1)(16X^2+1)}$$

zoodat à fortiori R'_n ook kleiner is dan dat bedrag.

Voor het geval dat men de formule (20) dus toepast op de rest van den *kleinsten* term zal men dus een fout maken, die kleiner is dan:

$$\frac{P_n}{(4Z^2+1)(16Z^4+1)} \quad \ldots\ldots\ldots (24)$$

§ 8. Stellen wij in de tweede plaats:

$$\varphi_n = \frac{aX+b}{X^2+2pX+q} \quad \ldots\ldots\ldots (25)$$

dan volgt uit (13)

$$\omega_n = 1 - \frac{(x+m)(ax+b)}{m(x^2+2px+q)} + \frac{ax}{m(x^2+2px+q)} - \frac{x(ax+b)(2x+2p)}{m(x^2+2px+q)^2}$$

welke uitdrukking wij zullen trachten te brengen onder den vorm:

$$\omega_n = Q\frac{(x^2-2p'x+q')^2}{m(x^2+2px+q)^2} \quad \ldots\ldots (26)$$

Brengen wij beide uitdrukkingen voor ω_n onder den zelfden noemer en stellen de coëfficiënten van de gelijknamige machten van X in de tellers aan elkaar gelijk, dan vinden wij:

$$\left.\begin{aligned} Q &= m - a \\ -4p'Q &= 4mp - a(m+2p+1) - b \\ (2q'+4p'^2)Q &= 2mq + 4mp^2 - a(2mp+q) - b(m+2p+2) \\ -4p'q'Q &= 4mpq - a(mq-q) - b(2mp+q+2p) \\ q'^2 Q &= mq^2 - bmq \end{aligned}\right\} \ldots (27)$$

zijnde vijf vergelijkingen ter bepaling van de zeven onbekenden: a, b, p, q, p', q' en Q. Deze vergelijkingen ondergaan eene aanmerkelijke vereenvoudiging door $q' = q$ te stellen; doen wij dit, dan kunnen de verschillende onbekenden op rationeele wijze in p' worden uitgedrukt; de oplossing der vergelijkingen geeft ons namelijk:

$$\left.\begin{aligned}
a &= m\frac{2(m+p'+2)(m+p')}{2(m+p'+2)(m+p')+1} \\
b &= 2m(m+p')\frac{m^2+mp'+m-p'}{2(m+p'+2)(m+p')+1} \\
Q &= m\frac{1}{2(m+p'+2)(m+p')+1} \\
p &= m \\
q &= q' = \frac{b}{a}m = m\frac{m^2+mp'+m-p'}{m+p'+2}
\end{aligned}\right\}\ldots(28)$$

Er blijft nu nog over voor de grootheid p' eene keuze te doen. Bij het doen van die keuze moeten wij letten op de uitdrukking (26) voor ω_n en zorgen dat deze, voor waarden van x iets grooter dan X, zoo klein mogelijk wordt. De keuze van p' heeft vooral invloed op den teller dier uitdrukking; stellen wij dezen teller gelijk nul dan vinden wij door oplossing:

$$x = p' \pm \sqrt{p'^2 - q'} = p' \pm \sqrt{\frac{m+p'}{m+p'+2}(p'^2 - m^2 + 2p' - m)}$$

Voor deze twee waarden van x wordt ω_n nul. Wenschelijk is het nu dat deze twee waarden van x dicht bij elkaar liggen, daar alsdan voor waarden in die buurt ω_n zeer klein zal zijn. Wij zullen p' dus zoodanig moeten kiezen dat de factor $p'^2 - m^2 + 2p' - m$ eene kleine waarde verkrijgt. Voor $p = m$ wordt de factor gelijk aan m en de twee wortels:

$$x = m \pm \frac{m}{\sqrt{m+1}}.$$

Deze twee wortels liggen echter te ver uit elkaar om ω_n voor eene bepaalde waarde van x zeer klein te maken. Nemen wij p' kleiner dan neemt die factor af en de wortels naderen dus tot elkaar; voor $p' = \sqrt{m^2 + m + 1} - 1$, dat is voor een waarde van p' iets grooter dan $m - \frac{1}{2} = n$ wordt de factor nul en vallen dus beide wortels samen; voor nog kleinere waarden van p' wordt de factor negatief. Het doelmatigste zou dus zijn voor p' een waarde te kiezen tusschen:

$$\sqrt{m^2 + m + 1} - 1 \text{ en } m$$

liefst zoo dicht mogelijk bij de eerste waarde; dit is echter niet mogelijk zonder de formules zeer samengesteld te maken. De eenvoudigste waarde dicht bij die grens, die wij aan p' kunnen geven zonder de formules samengesteld te maken, is:

$$p' = m - \tfrac{1}{2} = n \text{ . . . . } (29)$$

De twee wortels worden dan wel is waar imaginair, maar de uitdrukking $x^2 - 2p'x + q'$ verkrijgt alsdan een minimum voor $x = p' = n$ zoodat in de buurt daarvan ω_n klein wordt en (25) dus eene goede benadering geeft voor waarden van X in de buurt van $X = n$ gelegen.

Stellen wij dus $p' = n$ dan vinden wij na eene kleine vervorming:

$$\varphi_n = \frac{2(m+n)(m+n+2)}{2(m+n)(m+n+2)+1} \cdot \frac{mX + m^2 - \dfrac{m(m+n)}{m+n+2}}{X^2 + 2mX + m^2 - \dfrac{m(m+n)}{m+n+2}} \text{ . . } (30)$$

$$w_n = \frac{1}{2(m+n)(m+n+2)+1} \cdot \left(\frac{x^2 - 2nx + m^2 - \dfrac{m(m+n)}{m+n+2}}{x^2 + 2mx + m^2 - \dfrac{m(m+n)}{m+n+2}} \right)^2 \text{ . . } (31)$$

§ 9. Aangezien ω_n en dus R'_n positief zijn zoo is de gevondene benaderingswaarde te klein. Voeren wij in plaats

van m en X de waarden n en Z in, dan vinden wij dus, na eene kleine vervorming:

$$R_n > \frac{A}{A+2} \cdot \frac{b\,Z^2 + c}{a\,Z^4 + 2\,b\,Z^2 + c}\,P_n \quad \ldots\ldots (32)$$

waarin:

$$\left.\begin{aligned} A &= (4\,n+1)(4\,n+5) \\ a &= 4\,(4\,n+5) \\ b &= 2\,(2\,n+1)(4\,n+5) \\ c &= (2\,n+1)(8\,n^2+6\,n+3) \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots (33)$$

Men zou hier op gelijke wijze als in § 6 eene grenswaarde voor R'_n kunnen afleiden, het is echter te voorzien dat men daardoor ingewikkelde formules zal verkrijgen, die wellicht te vereenvoudigen zullen zijn, zooals in § 6, maar niet dan na eene lastige vervorming. Noodig is het niet deze grens op te maken, omdat men altijd door de formule op twee opvolgende resten toe te passen twee grenzen voor de waarde van ψ (Z) vindt.

Men zal alsdan goed doen die formule toe te passen op de rest van den kleinsten term en op die van den daarop volgenden term, omdat men dan de nauwste grenzen verkrijgt. Alleen wanneer $2\,Z^2$ weinig kleiner is dan een oneven getal kan het voordeeliger zijn de formule toe te passen op de resten van de twee termen, die op den kleinsten volgen. Is $2\,Z^2$ juist gelijk aan een oneven getal dan heeft men twee gelijke kleinste termen; in dit geval passe men de formule toe op de rest van den tweeden van deze gelijke termen en op die van den daarop volgenden, dus op de waarden $n = Z^2 + \frac{1}{2}$ en $n = Z^2 + \frac{3}{2}$.

§ 10. Ten einde de benadering te laten zien, welke door de ontwikkelde formules kan verkregen worden, passen wij ze toe op een paar gevallen voor de functie:

$$\psi\,(Z) = e^{Z^2} \int_Z^\infty e^{-z^2}\,d\,z.$$

Nemen wij in de eerste plaats $Z = 4$. Formule (1) of (2) zooals die gewoonlijk wordt opgegeven, geeft in dit geval de twee volgende grenswaarden:

$$0{,}12141.25982.01129$$

en

$$0{,}12141.26180.42998$$

waaruit dus de waarde van $\psi(4)$ tot in 7 decimalen gevonden wordt.

Formule (20) toegepast op de rest R_{16} geeft:

$$R_{16} > 0{,}00000.00099.23213.$$

Deze waarde afgetrokken van de laatste van de bovenstaande waarden geeft:

$$\psi(4) < 0{,}12141.26081.19785$$

met eene fout, die volgens formule (24) kleiner is dan:

$$0{,}00000.00000.00074$$

waaruit dus volgt:

$$\psi(4) > 0{,}12141.26081.19711.$$

De eerste door ons ontwikkelde formules geeft dus hier twee grenswaarden die tot in 13 decimalen overeenstemmen.

Nemen wij als tweede voorbeeld $Z = 3$ dan geeft formule (1) of (2) als grenswaarden:

$$\psi(3) < 0{,}15865.01064.53884$$

en

$$\psi(3) > 0{,}15862.11527.43224$$

waardoor *vier* decimalen bepaald zijn.

Formule (20) geeft:

$$R_9 > 0{,}00001.44868.87801$$

dit gevoegd bij de laatste van de twee bovenstaande waarden geeft:

$$\psi(3) > 0{,}15863.56396.31025$$

met eene fout R'_9 die volgens formule (24) kleiner is dan:

$$0{,}00000.00006.03341$$

waaruit volgt:

$$\psi(3) < 0{,}15863.56402.34366$$

zoodat hier nog *negen* decimalen met zekerheid bepaald zijn.

Passen wij de formule (32) toe op de resten R_9 en R_{10} dan vinden wij:

$$R_9 > 0{,}00001.44871.20449$$

$$R_{10} > 0{,}00001.60751.29190$$

waaruit volgt:

$$\psi(3) > 0{,}15863.56398.63673$$

$$\psi(3) < 0{,}15863.56398.64175$$

waar dus *twaalf* decimalen volkomen nauwkeurig bepaald zijn.

Nemen wij eindelijk $Z = 2$ dan geeft formule (1) of (2) de twee grenswaarden:

$$\psi(2) > 0{,}22314.45312.5$$

$$\psi(2) < 0{,}22955.32226.5625$$

waardoor de tweede decimaal nog niet volkomen zeker bepaald is.

De formules 20) en (24) toegepast op R_4 en R'_4 geven hier:

$$\psi(2) < 0{,}22633.89563.78193$$

$$\psi(2) > 0{,}22633.74895.22755$$

waardoor reeds vijf decimalen zeker zijn bepaald, terwijl de formule (32) toegepast op R_4 en R_5 ons geeft:

$$\psi(2) < 0{,}22633.85293.97548$$

$$\psi(2) > 0{,}22633.85223\ 18237$$

dat zijn twee waarden die slechts in de negende decimaal verschillen.

§ 11. Door R. RADAU zijn onlangs nieuwe uitgebreide tafels uitgegeven van de functie ψ (Z) *). In de inleiding tot die tafels zegt hij, dat de reeksen, die gewoonlijk voor de berekening daarvan voor kleine waarden van Z worden opgegeven, alleen met vrucht te gebruiken zijn tot $Z = 2$; de halfconvergente reeks alleen voor waarden van Z grooter dan 4. Voor waarden van Z tusschen 2 en 4 heeft hij daarom andere reeksen ontwikkeld, die eene meer omslagtige berekening vereischen. Zooals uit de voorbeelden in den vorigen paragraaf blijkt, kan, wanneer men ψ (Z) tot in 7 à 8 decimalen verlangt, de halfconvergente reeks nog worden toegepast tot $Z = 3$ met de eenvoudige benaderingformules (20) en (24) en tot: $Z = 2$ met de eenigszins samengesteldere maar toch nog betrekkelijk eenvoudige formule (32).

RADAU geeft niet de waarden der functie zelve maar de logarithmen daarvan in 7 decimalen. De ontwikkelde formules geven de logarithmen nog met dat aantal decimalen tot $Z = 2$. Want zoekt men de logarithmen van de twee voor ψ (2) gevonden grenswaarden, dan vindt men:

$$log.\ \psi(2) < 9{,}3547574.899$$

$$log.\ \psi(2) > 9{,}3547584.763$$

waardoor de zevende decimaal nog volkomen juist bepaald is.

Delft, 23 Mei 1885.

---

*) R. RADAU Tables de l'intégrale ψ (Z). *Annales de l'Observatoire de Paris.* Mémoires. Tome XVI. Paris 1884.

OVER EEN ADDITIE-PRODUCT

VAN

N. CYANUURZUUR AETHYL MET BROOMCYAAN.

DOOR

E. MULDER.



In 't algemeen wordt betrekkelijk veel beteekenis gehecht aan de vorming van additie-produkten, en wel vooral, indien deze te verkrijgen zijn door een lichaam, dat veel toepassing toelaat, zooals het geval schijnt te wezen met broomcyaan. Aanleiding tot deze studie werd gevonden in een eigenschap der verbindingen van n. cyanuurzuur aethyl met broom en chloorwaterstof, om reeds bij gewone temperatuur van een additie-product over te gaan in een substitutie-product; en zoo werd de toevlucht genomen tot broomcyaan, waarvan men met recht meende te mogen vermoeden, dat het een betrekkelijk stabiel additie-product zou vormen. Bij wijze van voorbereiding werd in drie buizen gedaan (en daarna toegesmolten):

a.	0,68	gr.	n. cyanuurzuur	aethyl	en	0,3	gr.	broomcyaan
b.	0,602	»	»	»	»	0,6	»	»
c.	0,62	»	»	»	»	0,9	»	»

hoeveelheden ongeveer overeenkomende met die uitgedrukt door de formules $BrCN, C_3N_3 . 3OC_2H_5$; $2BrCN . 3OC_2H_5$ en $3BrCN . C_3N_3 . 3OC_2H_5$ ($BrCN = 105,73$ en $C_3N_3 . 3OC_2H_5 = 212,64$).

Buis a. Bijna alles bleef vast bij gewone temperatuur. In de hand gehouden tot alles was vloeibaar geworden, bleef de massa geruimen tijd bij gewone temperatuur in dezen toestand volharden.

Buis b. De twee lichamen gingen bij gewone temperatuur over in een vloeistof, die bij eenigzins lagere temperatuur kristalliseerde.

Buis c. Bevatte krystallen van broomcyaan en een vloeibare verbinding. In de hand gehouden ging weldra alles over in vloeibaren staat, bij staan krystallen afzettende van broomcyaan. Het overige kan bij ongeveer 8^0 overgaan in vasten staat, om bij ongeveer 10^0 andermaal vloeibaar te worden.

Reeds volgt uit het medegedeelde als waarschijnlijk, dat er twee verbindingen kunnen bestaan van broomcyaan en n. cyanuurzuur aethyl, en wel: $BrCN$, $C_3N_3 . 3OC_2H_5$ en $2BrCN$, $C_3N_3 . 3OC_2H_5$, terwijl de verbinding $3BrCN$, $C_3N_3 . 3OC_2H_5$ niet schijnt gevormd te worden (onder gemelde omstandigheden), evenmin als een additie-product van de formule: $3HCl . C_3N_3 . 3OC_2H_5$ schijnt te kunnen optreden.

Tot het doen eener analyse der verbinding met $2BrCN$ was het noodwendig niet geoorloofd broomcyaan en n. cyanuurzuur aethyl bij elkander te doen in de verhouding uitgedrukt door $2BrCN$ en $C_3N_3 . 3OC_2H_5$, maar wel in die van $3BrCN$ en $C_3N_3 . 3OC_2H_5$. In een glazen buis (met glazen stop te sluiten) geplaatst onder een exsiccator, ontstond weldra de vloeibare verbinding, terwijl de overmaat van broomcyaan terugbleef (wel te verstaan werkende bij ongeveer 10^0).

I. Een hoeveelheid van 0,4631 gr. stof gaf 0,5187 gr. kooldioxyde en 0,1557 gr. water;

0,4745 gr. gaf 64,5 C.C. stikstof bij $8,6^0$ en 762,24 (gecorr.).

II. 0,4114 gr. van een andere bereiding gaf 0,4571 gr. kooldioxyde en 0,1322 gr. water.

III. 0,2498 gr. van een derde bereiding gaf 0,2242 gr. broomzilver, overeenkomende met 0,0954 gr. broom.

IV. 0,3681 gr. stof van een vierde bereiding gaf 0,333 gr. broomzilver, bevattende 0,1417 gr. broom.

Berekend op 100 gew. d. stemt dit overeen met:

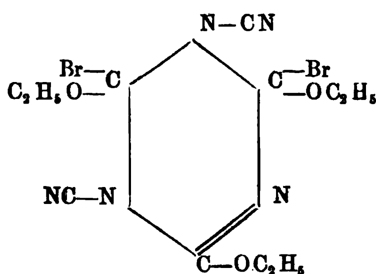
	I.	II.	III.	IV.	$2 Br CN, C_3 N_3 . 3 O C_2 H_5$ vordert:
Koolstof . .	30,5	30,3	—	—	31,0
Waterstof .	3,7	3,5	—	—	3,5
Stikstof. . .	16,4	—	—	—	16,5
Broom . . .	—	—	38,1	38,4	37,6.

Zooals blijkt, is er wat broomcyaan opgelost in de vloeibare verbinding, dat trouwens niets bevreemdends heeft. Het is een merkwaardig verschijnsel om die twee stoffen zich als 't ware met elkander te zien verbinden, in zooverre als zij vloeibaar worden (het smeltpunt van n. cyanuurzuur aethyl is 29^0 en dat van broomcyaan 52^0); blijkbaar wordt hierbij warmte verbruikt.

De verbinding wordt langzamerhand gedissocieerd bij gewone temperatuur, terwijl n. cyanuurzuur aethyl terugblijft. Geplaatst onder een exsiccator met zwavelzuur (calciumoxyde Ca O schijnt geen broomcyaan vast te leggen), blijft het gewicht eerst na eenige dagen constant. Deze verbinding komt mij voor zeer geschikt te zijn voor de studie van dissociatie, meer nog met 't oog op de stelling van Debray, omdat het additieproduct binnen een verschil van eenige graden in vloeibaren en vasten staat kan optreden.

Wordt broomcyaan en n. cyanuurzuur aethyl genomen in de verhouding aangegeven door Br CN en $2 C_3 N_3 . 3 O C_2 H_5$, zoo wordt het geheel een vloeistof bij een verwarmen in de hand, om bij gewone temperatuur langzamerhand voor een goed deel over te gaan in vasten staat. De verbinding $Br C N, C_3 N_3 . 3 O C_2 H_5$ is nog niet geanalyseerd en heeft ook voor ons thans geen belang; daarentegen zal een studie worden gemaakt van het substitutie-product gevormd door deze verbinding te verhitten. Uitgaande van een mengsel van $3 Br C N$ op $C_3 N_3, 3 O C_2 H_5$ en verhit bij 125^0 gedurende vier uur in een toegesmolten buis, bleek er bij openen druk te zijn, waarna de buis op nieuw werd toege-

smolten en verhit tot dit niet meer het geval was. Er was ontstaan een vloeibaar geel gekleurde massa sterk den reuk hebbende van broomcyaan. Geplaatst onder een exsiccator bleef het geheel vloeibaar; na verhitten gedurende korten tijd in een open buis werd alles omgezet in een harde glasachtige massa, blijkbaar een substitutie-product. Ook de studie dezer reactie zal worden vervolgd. Keeren we nog even terug tot het product van synthese van 2 Br C N en $C_3 N_3 . 3 O C_2 H_5$. Uit de vorming van additie-produkten van n. cyanuurzuur aethyl met broom en chloorwaterstof, en het ontstaan reeds bij gewone temperatuur van substitutie, blijkt genoegzaam, dat men hier en zoo ook met broomcyaan, heeft te doen met atomistische additie. Bijgevolg kan dan tot structuurformule worden genomen *):



Utrecht, 30 Mei 1885.

*) Lettende op de vorming van aethylchloride na additie van chloorwaterstof, wordt het broom geplaatst bij de koolstof.

SMELTPUNT EN KOOKPUNT VAN BROOMCYAAN.

DOOR

E. MULDER.

Het smeltpunt van broomcyaan is naar LÖWIG *) 4°, SERULLAS *) 16°, en volgens BINEAU †) blijft dit lichaam nog vast bij 40°. Naar aanleiding dezer opgaven wordt in de *Dict. de Chimie* van WURTZ (art: bromure de cyanogène, geteekend A. N.) gezegd: »cette grande différence entre les résultats obtenus est inexplicable, à moins qu'il n'existe plusieurs bromures de cyanogène isomériques qu'auraient été confondus." Er is echter nog wel een ander geval mogelijk, dat namelijk deze bepalingen iets te wenschen overlaten, en dit is inderdaad aan te nemen. Het smeltpunt van broomcyaan bleek ongeveer te zijn 52°. Bij nagenoeg 16° wordt de massa wel wat meer doorschijnend, maar dit behoeft nog geen aanleiding te geven tot een aannemen van isomerificatie. Na smelten en andermaal vast worden, blijft het smeltpunt onveranderd. Het kookpunt is gelegen bij ongeveer 61,3° bij 750 mm. (gecorr.). Tusschen smeltpunt en kookpunt bestaat dus slechts een verschil van 9,3°. Een be-

*) In zijn *Lehrb. d. org. Chem.* S. 688 (1881) zegt BEILSTEIN, dat het *kookpunt* van broomcyaan hooger is dan 40° volgens BINEAU; ongeveer hetzelfde treft men aan in de *Physikalische Tabelle* van LANDOLT en BÖRNSTEIN, waarin staat, dat het *kookpunt* naar BINEAU ongeveer is 40°. In het werk van GERHARDT: *Traité de Chim. org.* T, I. 459 en de *Dict. de Chim.* van WURTZ p. 1081, is alles goed opgegeven.

†) *Annal de Chim. et de Phys.* Sér. 2. T. 68, 424.

trekkelijk klein verschil tusschen smeltpunt en kookpunt wordt tevens aangetroffen bij chloorcyaan (en zoo ook b.v. bij cyaan en stikstof-monoxyde). In dergelijke gevallen is de kans wel zeer gering, dat er atomistische verbindingen bestaan tusschen de (gas-) moleculen Br CN, Cl C N (C N . CN, N_2O) in vloeibaren en vasten staat.

Utrecht, 30 Mei 1885.

PROCES-VERBAAL

VAN DE

GEWONE VERGADERING DER AFDEELING NATUURKUNDE,

op Zaterdag 27 Juni 1885.

Tegenwoordig de Heeren: BUYS BALLOT, Voorzitter, DE VRIES, HOEK, HUBRECHT, MAC GILLAVRY, ZAAIJER, SCHOLS, VAN DIESEN, BIERENS DE HAAN, VERLOREN, RIJKE, ZEEMAN, STOKVIS, VAN 'T HOFF, VAN RIEMSDIJK, GRINWIS, BOSSCHA, J. A. C. OUDEMANS, KOSTER, DONDERS, RAUWENHOFF, PLACE, MULDER, MICHAËLIS en C. A. J. A. OUDEMANS, Secretaris. Voorts van de Letterkundige Afdeeling de Heeren: CAMPBELL en BOOT.

— Het Proces-Verbaal der vorige zitting wordt gelezen en goedgekeurd.

— Worden gelezen brieven van dankzegging voor ontvangen werken der Akademie van:

1⁰. G. F. WESTERMAN, Directeur van het koninklijk zoölogisch Genootschap »Natura Artis Magistra" te Amsterdam, 1 Juni 1885; 2⁰. G. C. W. BOHNENSIEG, Conservator van Teijler's Stichting te Haarlem, 6 Juni 1885; 3⁰. TH. VAN DOESBURGH, Secretaris van het Bataafsch Genootschap der proefondervindelijke Wijsbegeerte te Rotterdam, 16 Juni 1885; 4⁰. de Gedeputeerde Staten van Friesland te Leeuwarden, 11 Juni 1885; 5⁰. den Gouverneur der koninklijke militaire Akademie te Breda, 28 Mei 1885; 6⁰. H. FORIZ,

Bibliothecaris der Société géologique de Belgique te Luik, 27 Juni 1885; 7°. den Secretaris der Société académique te St. Quentin, 25 Mei 1885; 8°. J. A. GODLEY, Under-secretary of State for India te Londen, 8 Juni 1885; 9°. J. E. A. MARTIN, Secretaris van het Verein für Thüringische Geschichte und Alterthumskunde te Jena, 3 Juni 1885; 10°. FISCHER, Bibliothecaris der kön. oeffentliche Bibliothek te Stuttgart, 2 Juni 1885; 11°. O. BUCHNER, Secretaris der Oberhessische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde te Giessen, 1885; 12°. TEGULÉ, Bibliothecaris der Université royale te Lund, 15 Juni 1885; 13°. A. KARPINSKY, Directeur van het Comité géologique te St. Petersburg, 20 Mei 1885; 14°. KORSCH, Directeur der Musées public et Roumiantroy te Moscou, 10 Juni 1885; 15°. RENARD, Voorzitter der Société impériale des naturalistes te Moscou, 8 Juni 1885; 16°. O. KIHLMAN, Bibliothecaris der Societas pro fauna et flora Fennica te Helsingfors, 27 Mei 1885; 17°. J. E. BICLINGS, Bibliothecaris van het Surgeon General's Office te Washington, 19 Mei 1885; aangenomen voor bericht.

— Voorts brieven ten geleide van boekgeschenken van de navolgenden: 1°. G. F. WESTERMAN, Directeur van het koninklijk zoölogisch Genootschap »Natura Artis Magistra" te Amsterdam, 1 Juni 1885; 2°. J. J. A. A. FRANTZEN, Secretaris der Maatschappij van Nederlandsche Letterkunde te Leiden, 1885; 3°. BUYS BALLOT, Directeur van het koninklijk Nederl. meteorologisch Instituut te Utrecht, 17 Juni 1885; 5°. E. VON MARTENS, Secretaris der Gesellschaft Naturforschender Freunde te Berlijn, 1885; 6°. den Secretaris van het Verein für Thüringische Geschichte und Alterthumskunde te Jena, 1885; 7°. H. BUSCHBAUM, Secretaris van het naturwissenschaftliche Verein te Osnabruck, 11 Juni 1885; 8°. J. M. APARICI, Directeur van het Museo de Ingenieros del Ejercito te Madrid, 20 Mei 1885; 9°. E. TEGULÉ, Bibliothecaris der Université royale te Lund, 15 Maart 1885; 10°. A. E. ARPPE, Directeur der Administration de l'Industrie de Finlande te Helsingfors, 19 Mei 1885; waarop

het gewone besluit valt van schriftelijke dankbetuiging en plaatsing in de boekerij.

— Ingekomen een brief van Sir Jos. DALTON HOOKER, waarin der Afdeeling dank gezegd wordt voor zijne benoeming tot buitenlandsch lid der Akademie.

— De Voorzitter deelt mede dat de Commissie (de Heeren ENGELMANN, STOKVIS, RAUWENHOFF), door de Afdeeling benoemd om te beslissen, aan welken geleerde, »die zich in den loop der laatste tien jaren het meest verdienstelijk heeft gemaakt op het gebied van de studie der microscopische wezens," de 2de LEEUWENHOEK-medaille behoort te worden toegewezen, eenstemmig was in haar oordeel, dat hiervoor op dit oogenblik geen ander in aanmerking kon komen dan de Heer FERDINAND COHN, hoogleeraar in de planten-physiologie aan de Universiteit te Breslau.

Dien geleerde werd van de gevallen beslissing kennis gegeven en hem het voornemen der Afdeeling meêgedeeld om hem de medaille op den 8sten September e. k. — de dagteekening van den brief, waarin LEEUWENHOEK's ontdekking der microscopische wezens vermeld staat — door den Rector Magnificus der Breslauer Universiteit in eene plechtige Senaatszitting te doen uitreiken. Uit het antwoord van Prof. COHN (5 Juni 1885), dat voorgelezen wordt, blijkt echter, dat de Breslauer Universiteit op den 8sten September in staat van vacantie verkeert. Dit geeft den Voorzitter aanleiding om voor te stellen, de verdere gedachtenwisseling over deze aangelegenheid in eene buitengewone Vergadering voort te zetten. Hiertoe wordt besloten.

— De Heer HUGO DE VRIES spreekt »over de door DARWIN ontdekte verschijnselen van aggregatie in het protoplasma der insecten-etende planten." DARWIN had bespeurd, dat in de cellen van de klierstelen van *Drosera rotundifolia*, ten tijde van het opnemen van dierlijk voedsel, eigenaardige veranderingen plaats grijpen. De oorspronkelijk homogeen roode inhoud dier cellen maakt dan plaats voor talrijke, grootere

en kleinere lichamen van eene roode kleur, die in een kleurloos vocht liggen, en voortdurend hunne grootte, hun vorm en hunne plaats veranderen. Deze massa's zijn niet zelden allen te zamen vele malen kleiner dan het volumen der cel; de roode kleurstof is in deze dus in zekeren zin opgehoopt, gecondenseerd, en dit is de reden, waarom DARWIN dit verschijnsel met den naam van aggregatie bestempelde. Dat de eigenaardige bewegingen dier lichamen op hun bestaan uit levend protoplasma wijzen, kon aan DARWIN niet ontgaan, doch van welken aard deze lichamen waren, is door hem niet nader beschreven.

Latere schrijvers hebben omtrent de juistheid van DARWIN's meening over de protoplasmatische natuur zijner »aggregated masses" twijfel geopperd, en beweerd, dat men hier slechts met een scheikundigen neêrslag in het celvocht, en dus niet met een levensverschijnsel te doen had. Eene nauwkeurige studie van het verschijnsel leidt echter tot de overtuiging, dat DARWIN's uitspraak volkomen juist was, en leert tevens in de aggregatie een der merkwaardigste vormen kennen, waaronder zich het leven in plantencellen kan uiten.

Lang voordat de prikkels, die het opnemen van dierlijk voedsel begeleiden, de door DARWIN beschreven condensatie van het roode celvocht bewerken, kon spreker reeds belangrijke veranderingen in de cellen bespeuren. Deze bestonden hierin, dat de aanvankelijk trage en weinig gedifferentieerde stroomingen van het wandstandig protoplasma veel krachtiger en hare banen veel rijker vertakt werden. Tevens wordt de vacuole allengs in een aantal grootere en kleinere deelen verdeeld, die alle door de stroomen van het protoplasma bewogen worden, en wel zóó, dat de kleinere in de richting van de as der cellen rondgevoerd, de grootere daarentegen voornamelijk in dwarsche of schuine richting worden verschoven. Deze vacuolen worden allengs niet alleen talrijker, maar tevens ook kleiner; haar gezamenlijk volumen neemt, in den loop van eenige uren, zóó af, dat het dikwijls nog slechts één derde of minder van het volumen van het oorspronkelijk celvocht bedraagt. Deze vacuolen zijn de »aggregated masses" van DARWIN; het zijn

dunne blazen, met een rooden, vloeibaren inhoud gevuld. Verwarmt men ze tot boven de temperatuurgrens van het leven, of behandelt men ze met verdunde zuren, dan ziet men de blaas barsten, haren inhoud uitstorten en samenschrompelen. Ook in deze periode der aggregatie moet de oorzaak der bewegingen in de stroomen van het wandstandig protoplasma gezocht worden, die de vacuolen voortschuiven, tegen elkander aandrukken en daardoor inéén doen vloeien, of wel ze tot lange dunne buizen uitrekken, en deze in de zonderlingste bochten kronkelen.

De osmotische spanning in de cellen vermindert ten gevolge van de beschreven contractie der vacuolen niet merkbaar, daar de stelen der klieren hare stijfheid, die geheel op deze spanning berust, in dien tijd onverminderd behouden. En daar nu de aggregatie ook dan plaats vindt, wanneer de prikkels zóó gekozen worden, dat de mogelijkheid om dierlijk voedsel op te nemen buiten gesloten is, b v. bij mechanische prikkeling, zoo moet men besluiten, dat een deel der in het celvocht opgeloste stoffen, met een deel van het water, door de wanden der zich contraheerende vacuolen naar buiten getreden zijn. Dat niet het geheele celvocht door deze wanden heengaat, blijkt daaruit, dat de roode kleurstof, en evenzoo de in het celvocht aanwezige looistof, in de vacuolen besloten blijven. Men moet dus voorloopig aannemen, dat die stoffen, die aan het celvocht voornamelijk zijn turgorkracht geven, en dat zijn voor zoo verre dit onderzocht kon worden, in deze cellen druivensuiker en verbindingen van plantenzuren, door de wanden, met het water, naar buiten treden.

Doch hoe dit zij, zeker is het, dat eene isoleering van den wand der vacuole van het wandstandig protoplasma in levende plantencellen tot nu toe nog niet waargenomen werd. Wel is het mogelijk, zulk eene afscheiding kunstmatig in cellen teweeg te brengen, doch slechts dan, wanneer men de buitenlaag en het stroomend protoplasma doodt, zonder den wand der vacuole rechtstreeks te beschadigen. In dit opzicht mag dus het verschijnsel van aggregatie als geheel eenig beschouwd worden.

Overeenkomstige verschijnselen treft men ook bij andere insecten-etende planten aan; zoo b. v. bij *Utricularia vulgaris* en *Pinguicula vulgaris.*

Een paar vragen van de Heeren J. A. C. OUDEMANS en DONDERS, naar de mate van spanning van het celvocht en het bewijs voor de aanwezigheid van afsluitende wanden aan de oppervlakte der vacuolen, worden door den spreker beantwoord. Ten slotte wordt de aanbieding van een opstel over het gesprokene voor de Verslagen en Medeelingen in het vooruitzicht gesteld.

— De Heer BIERENS DE HAAN leest het derde rapport der HUYGENS-Commissie, waarin o. a. wordt meêgedeeld, dat met het drukken der bescheiden in het aanstaande najaar een begin zal worden gemaakt, en biedt dit verslag aan voor de Verslagen en Mededeelingen.

Nadat de Voorzitter der Commissie opnieuw dank heeft gezegd voor hare onafgebroken werkzaamheid, wordt de Vergadering, daar er niets meer te verhandelen is, gesloten.

DERDE RAPPORT

VAN DE

HUYGENS-COMMISSIE.

(Uitgebracht in de Vergadering van 27 Juni 1885).



Sedert ons laatste rapport van 29 November 1884 is er door onze Commissie veel belangrijks te vermelden.

Met het nemen van afschriften en het collationeeren daarvan werd geregeld voortgegaan, en dit mag nu als bijna afgeloopen worden beschouwd. Daaronder komen voor o. a. eene verzameling brieven, aanwezig op het Stedelijk Archief te Amsterdam. Van een verblijf in Londen op het einde van 1884 maakte ons lid Bierens de Haan gebruik om de minuten en copiën, die wij hier te Leiden bezaten, te vergelijken met de oorspronkelijke, die er op Burlington House (bij de Royal Society) en op het British Museum aanwezig zijn. Hij collationeerde 12 brieven, en nam volledige afschriften van 12 andere; tevens bevond hij toen, dat er nog een 70-tal brieven overbleven, om afgeschreven te worden. Na eenige mislukte pogingen slaagde men er eindelijk in, om 3 brieven te laten afschrijven: de uitslag was echter ten opzichte van juistheid en kosten niet geheel bevredigend, en de som, als minimum gevraagd voor het afschrijven der overige brieven, was zoo hoog, dat uwe Commissie besloot haren Voorzitter te machtigen, om zelf afschriften te gaan nemen. Daarvoor meende hij ongeveer tien tot twaalf dagen noodig te zullen hebben tot het afschrijven van 68 brieven: maar hij heeft met het nazien en collationeeren zeventien dagen noodig gehad, om 72 brieven af te schrijven, waaronder

stukken, die anders allicht aan het oog zouden ontsnapt zijn; de oogst bevatte dan ook 195 folio bladzijden schrift, benevens 20 bladzijden folio met aanteekeningen. Van die zeventien dagen werkte hij er slechts een in het British Museum, de overige in Burlington House. Dat het hem niet ontbrak aan gelegenheid tot het opmerken van merkwaardige bijzonderheden, is u gebleken uit eene korte mededeeling in uwe Afdeeling 25 April jl.

Toen allengs de brieven *van* Christiaan Huygens waren afgeschreven, bevonden zich daaronder een 140-tal zonder adres, soms zonder datum. Was het voor een 60-tal minder bezwaarlijk, ze met het passend adres te voorzien, bij de overige 80 stond de Heer v. d. Sande Bakhuyzen den Heer Bierens de Haan getrouw ter zijde. En het mocht hun, soms slechts na langdurig heen en weder zoeken, gelukken alle, op 2 na, tot hun adres, of tot hun datum, en meermalen, waar beide ontbraken, ook tot beide terug te brengen. Zij vonden tot hunne geruststelling een bewijs voor hunne nauwkeurigheid in het tweemalen voorkomen van het feit, dat een op die laatste wijze gedetermineerde brief reeds in de verzameling gevonden werd, van geheel andere zijde daarin opgenomen, met gelijkluidend adres en datum. Dit feit trouwens, dat wij van vele brieven zoowel de minuten alsook de copie bij het oorspronkelijke in handen kregen, is dikwerf voorgekomen.

Thans zijn beide Heeren nog bezig bij brieven *van* Christiaan Huygens aan bekend adres, maar met onbekenden datum, dezen laatsten vast te stellen, hetgeen dan evenzeer uit den inhoud of uit de verdere briefwisseling moet worden opgemaakt; in den regel slagen zij daarin naar wensch.

Dergelijke arbeid voor de brieven *aan* Christiaan Huygens moest nog tot later worden uitgesteld.

Ook hier kreeg men te doen met brieven zonder onderteekening, en soms zonder datum. Ten opzichte der eerste soort was de dadelijk aangewezen weg het vergelijken van het meer of minder sprekend handschrift. Deze leverde goede uitkomsten, en er konden zelfs meermalen brokstukken van brieven (die de 4 eerste bladzijden slechts bevatten) tot vol-

ledigheid worden gebracht. Toen echter dit middel was uitgeput, moesten weder de inhoud en de bijomstandigheden tot richtsnoer strekken; maar dit hielp ons hier, tot nog toe althans, niet zoo volledig, als wij dit straks konden vermelden. Dan, zooals gezegd werd, deze arbeid is nog niet afgeloopen; wij moeten eerst de geheele wederzijdsche briefwisseling nauwkeurig vergelijken; en deze methode zal ons zeker nog veel doen vinden, wat thans nog onbepaald moest blijven.

Wij kunnen nu echter reeds de lijsten leveren voor de beide soorten van brieven *van* en *aan* Chr. H., meer nauwkeurig dan zulks in de voorloopige lijsten konde geschieden, die bij ons vorige Rapport gevoegd zijn. Zie de Bijlagen A met 1234 brieven *van* en de Bijlage B met 1374, brieven *aan* onzen Huygens.

Daaronder komen voor geheele reeksen van belangrijke briefwisselingen.

1º. *Frankrijk.*

9	aan	Auzout	met	13	antwoorden.
31	aan	Bouilliaud	met	44	antwoorden.
17	aan	de Carcavy	met	12	antwoorden.
30	aan	Chapelain	met	59	antwoorden.
12	aan	de la Hire	met	14	antwoorden.
17	aan	Marq. de l'Hospital	met	20	antwoorden.
3	aan	Mersenne	met	9	antwoorden.
5	aan	Milon	met	15	antwoorden.
7	aan	Petit	met	22	antwoorden.
5	aan	Thevenot	met	12	antwoorden.

2º. *Engeland.*

1	aan	Brouncker	met	7	antwoorden.
7	aan	Fatio de Duilliers	met	14	antwoorden.
52	aan	Rob. Moray	met	64	antwoorden.
40	aan	H. Oldenburg	met	101	antwoorden.
13	aan	J. Wallis	met	14	antwoorden.

3°. *Andere vreemdelingen.*

12 aan Hevelius	met	12	antwoorden.
11 aan Kinner a Löwenthurn	met	15	antwoorden.
29 aan G. G. Leibnitz	met	36	antwoorden.
8 aan Princeps Leopold ab Hetruria	met	19	antwoorden.
30 aan Ren. Slusius	met	65	antwoorden.
17 aan Gregorius a St. Vincentio	met	19	antwoorden.

4°. *Hollanders.*

3 aan J. Gentius	met	16	antwoooden.
4 aan Joh. de Graaf	met	20	antwoorden.
17 aan Nic. Heinsius	met	15	antwoorden.
13 aan J. Hudde	met	15	antwoorden.
61 aan Fr. van Schooten	met	56	antwoorden.

5°. *Bloedverwanten.*

22 aan zijn vader Constantijn H.	met	17	antwoorden.
195 aan zijn broeder Constantijn H.	met	161	antwoorden.
221 aan zijn broeder Lodewijk H.	met	6	antwoorden.
19 aan zijn zwager Doublet	met	26	antwoorden.
1 aan zijn zuster Doublet	met	33	antwoorden.

Dit ten opzichte van het eerste gedeelte van ons mandaat, ten gevolge van ons laatste Rapport. Ten opzichte van het tweede gedeelte daarvan, om maatregelen te nemen tot de uitgaaf van onzen arbeid, herhalen wij hier, hetgeen u reeds vroeger is medegedeeld, dat de Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen te Haarlem besloten heeft die uitgave op zich te nemen, niettegenstaande de aanmerkelijke kosten, daaraan verbonden, wilde deze een vorm verkrijgen, die waardig was te achten aan de zaak, en aan de persoon, dien het hier geldt. Wij kunnen daarbij voegen, dat men reeds een eind wegs gevorderd is met de voorbereidende maatregelen; dat de druk en het papier zullen toonen, wat men in Nederland op dit gebied goeds kan leveren, aangezien dit is toevertrouwd aan onze meest beroemde deskun-

digen; en dat wij in dit najaar met het drukken hopen te beginnen.

Voor dien tijd evenwel is er nog veel te doen. Wij moeten lijsten maken van alle brieven naar alphabetische volgorde, en daarna die brieven chronologisch rangschikken. Dan moeten zij met aanteekeningen en verwijzingen worden voorzien, genoegzaam om den draad der briefwisselingen te kunnen volgen. En daarop moeten dan wederom klappers worden zamengesteld, om in deze briefwisseling den weg te kunnen volgen, en te kunnen vinden wat men noodig heeft.

Intusschen kunnen dan door de verschillende leden onzer Commissie de bijzonderheden worden verzameld, noodig voor de wetenschappelijke bewerking der door CHRISTIAAN HUYGENS uitgegeven geschriften.

Daar het lid BIERENS DE HAAN vooreerst genoeg werks zal vinden in het ordenen der briefwisselingen zelve, en het maken der verschillende aanteekeningen daarbij, heeft uwe Commissie den Heer KORTEWEG uitgenoodigd zich bij haar te voegen, en mocht zij het genoegen smaken hem in haar midden te zien plaats nemen.

Uwe Commissie hoe langer hoe meer overtuigd van het gewicht der taak haar opgedragen, en geslaagd zijnde in het bijeenbrengen van een materiëel, meer dan gewoon belangrijk in velerlei opzichten, hoopt hare beste krachten te wijden aan het volbrengen van die taak; het stichten van een monument onzen CHRISTIAAN HUYGENS waardig; een beeld van zijn verheven werkkring in de wetenschappelijke ontwikkeling der zeventiende eeuw.

Amsterdam, 27 Juni 1885.

D. BIERENS DE HAAN, *Voorzitter*.
H. A. LORENTZ, *Secretaris*.

BIJLAGE A.

LIJST DER BRIEVEN DOOR CHR. HUYGENS GESCHREVEN.

Aantal.	Datums.	Brieven *van* CHRISTIAAN HUYGENS *aan*
1	1688	Ablancourt.
1	1683	S. Alberghetti.
1	1662	van den Andel.
1	1691	van Asten.
1	1694	Capt. van Asten.
9	1664—1665	Auzout.
1	1656	P. Aynscom.
1	1657	von Baerle.
1	1691	P. Baert.
1	1687	Bailly.
2	1656—1694	E. Bartholinus.
1	1689	H. Basnage.
4	1690—1693	P. Bayle.
1	1694	Becker.
1	1690	B. Bekker.
2	1659	Belair.
2	1685	de Beringhen.
1	1665	P. Bertet.
3	1652—1658	de Bie.
4	1693—1694	Bignon.
6	1690—1693	S. van de Blocquery.
1	1658	A. Boddens.
1	1669	Boreel.

Aantal.	Datums.	Brieven *van* CHRISTIAAN HUYGENS *aan*
31	1656—1662	Ism. Bouillaud.
1	1675	Lord Brouncker.
1	1658	Brunetti.
4	1657—1658	H. Bruno.
1	1657	van der Burgh.
1	1665	van Call.
2	1656	Calthof.
2	1663—1665	M. Campani.
17	1656—1666	de Carcavy.
2	1684—1686	Cassini.
1	1660	Mll. Certain.
1	1674	P. des Chales.
30	1656—1666	Chapelain.
1	1688	de la Chapelle.
3	1671—1675	Duc de Chevreuse.
1	1664	Chieze.
3	1687	H. Coets.
11	1665—1682	Colbert.
5	1655—1659	A. Colvius.
2	1659	B. Conradus.
2	1659	Costerus.
1	1675	Couterie.
1	1687	Coyet.
1	1687	Mad. Coyet.
1	1692	A. L. Coyman
1	1691	G. Cuperus.
1	1683	Cusson.
1	1687	Dalence.
1	1657	Dierkens.
19	1666—1668	Doublet.
1	1668	Susanna Doublet.
2	1656—1666	Elsevier.
2	1692—1693	d'Espagnet.
3	1668—1669	Estienne.
1		J. della Faille.
7	1687—1692	N. Fatio de Duilliers.
1	1679	Fermat.

Aantal.	Datums.	Brieven *van* Christiaan Huygens *aan*:
2	1687—1688	Friquet.
4	1683—1690	B. Fullenius.
7	1669—1683	Gallois.
1	1663	van Gangel.
2	1659—1660	du Gast.
3	1687	J. Gentius.
1	1657	Gobert.
2	1651—1654	J. Golius.
1	1691	Gousset.
6	1685—1691	A. de Graaf.
4	1688—1693	J. de Graaf.
2	1667—1668	Jac. Gregorius Scotus.
5	1652—1656	G. Gutschovius.
1	1669	du Hamel.
1	1684	de Hautefeuille.
17	1639—1665	Nic. Heinsius.
12	1656—1665	J. Hevelius.
12	1682—1694	de la Hire.
1	1662	Hobby.
1	1658	Hodierna.
17	1669—1694	Marq. de l'Hospital.
1	1682	de Hubert
13	1657—1690	J. Hudde.
1	1690	D. Huet.
3	1641—1648	Christ. Huygens, Grootvader.
22	1651—1685	Const. Huygens, Vader.
195	1646—1695	Const. Huygens, Broeder.
221	1645—1689	Lodew. Huygens, Broeder.
2	1692	Hub. Huygens.
1	1675	Justel.
1	1656	S. Kechelius ab Hollenstein.
1	1664	de Kincardin.
11	1652—1665	A. de Kinner a Löwenthurm.
1	1688	de Lannion.
2	1689—1690	A. Leeuwenhoek.
19	1674—1694	G. G. Leibnitz.
8	1660—1673	Princeps Leopold ab Hetruria.

Aantal.	Datums.	Brieven *van* Christiaan Huygens *aan*:
1	1655	Th. de Leydis.
3	1653—1654	D. Lipstorp.
1	1691	W. van Lith.
3	1683—1685	de Louvois.
1	1692	W. Matthysz.
1	1692	van Merle.
3	1646—1662	Mersenne.
3	1691	G. Meyer.
5	1656—1659	Milon.
2	1655	J. B. Mocchi.
1	1646	du Mont.
5	1662—1668	de Montmort.
52	1661—1669	R. Moray.
1	1665	G. Mouton.
40	1665—1675	H. Oldenburg.
4	1657—1665	R. Pagetius.
4	1690—1691	D. Papin.
1	1659	B. Pascal.
1	1679	Pelisson.
2	1673—1686	Perrault.
1	1687	Petcom.
7	1658—1665	Petit.
1	1658	Pieck.
4	1660—1664	D. Rembrandtsz van Nierop.
1	1657	Mej. Renesse.
1	1673	Reyer.
3	1664—1666	Duc de Roannes.
5	1655—1656	de Roberval.
4	1677—1690	Ol. Römer.
8	1675—1684	de la Roque.
1	1694	de Rosey.
2	1665	le Roy.
2	1660—1665	C. C. Rumphius.
1	1665	Ruysch.
2	1652	A. A. de Sarasa.
61	1650—1660	Fr. van Schooten.
6	1652—1659	P. Seghers.

Aantal.	Datums.	Brieven *van* CHRISTIAAN HUYGENS *aan*:
1	1674	Silvius.
30	1657—1674	R. Slusius.
1	1675	H. Smethwick.
3	1692	J. G. Steigerthal.
1	1680	H. Stevin.
4	1652—1660	A. Tacquet.
1	1656	Tassin.
5	1661—1665	Thevenot.
3	1665—1677	Thuret.
3	1687	Ehr. Gualth de Tschirnhaus.
1	1666	Ulenburg.
1	1690	Vegelin van Claerbergen.
17	1651—1668	Gregorius a St. Vincentio.
2	1658—1665	J. Vlitius.
1	1653	de Vogelaar.
6	1689—1693	D. de Volder.
13	1655—1693	J. Wallis.
1	1694	W. Wichers.
3	1663—1670	Joh. de Wit.
1	1664	Duc de York.
1	1658	Neef.
3	1665	Staten-Generaal.
4	1688—1693	Bewindh. O. I. Compagnie.
67	1655—1694	Zonder adres.

BIJLAGE B.

LIJST DER BRIEVEN AAN CHR. HUYGENS GESCHREVEN.

Aantal.	Datums.	Brieven *aan* HUYGENS.
1	1683	S. Alberghetti.
13	1664 - 1674	Auzout.
2	1676—1691	P. Baert.
1	1674	W. Balle.
3	1656—1673	E. Bartholinus.
4	1683—1692	P. Bayle.
1	1689	B. Bekker.
3	1659	Bellair.
1	1558	M. Bernhardi.
2	1665	P. Bertet.
1	1681	J. Bilberg.
1	1655	L. Biur.
3	1690—1692	S. van de Blocquery.
3	1658—1660	A. Boddens.
1	1672	Boecler.
1	1655	E. van Boolsma.
1	1682	Borchese.
1	1660	A. Borelli.
1	1642	Boswell.
44	1656—1667	Ism. Bouillaud.
6	1662—1672	R. Boyle.
1	1675	Boyt.
4	1652—1663	G. Brereton.

Aantal.	Datums.	Brieven *aan* HUYGENS.
1	1660	Brienne.
1	1675	de Brion.
7	1661—1675	Brouncker.
3	1663	H. Bruce.
3	1659—1670	Brunetti.
7	1645 - 1660	H. Bruno.
1	1668	J. Bruynesteyn.
1	1660	Buot.
3	1665—1674	G. Campani.
2	1664	M. Campani.
12	1656—1662	de Carcavy.
3	1637—1649	des Cartes.
1		Cassagnes.
6	1670—1686	Cassini.
1		Caze.
1	1665	C. F. Des Chales.
1		Chamaze.
1	1656	de Chambonnière.
1		Chanut.
59	1656—1673	Chapelain.
2	1687—1688	la Chapelle Besse.
1	1686	Christine.
1	1684	C. Cock.
2	1686	H. Coets.
1	1681	J. Columbus.
6	1655—1660	A. Colvius.
1	1656	N. Colvius.
1	1669	C. Comiers.
3	1656	Conrart.
1	1673	Cousin.
2	1689—1691	G. Cuperus.
3	1660	C. Dati.
1	1689	H. Decquer.
1	1696	S. Dierquens.
1		H. Disdier.
1		Dodart.
26	1660—1681	Ph. Doublet.

Aantal.	Datums.	Brieven *aan* HUYGENS.
33	1656 – 1681	Susanna Doublet.
1		C. Drebbel.
2	1668	Dulaurens.
1	1665	S. Durand.
1	1667	F. Eschinardi.
1	1675	d'Espagnet.
8	1668—1673	Estienne.
14	1684 – 1692	N. Fatio de Duilliers.
1	1671	Ferguson.
4	1660—1662	Fermat.
1	1688	J. Flamsteed.
1	1666	M. Fogelius.
6	1657—1661	Frenicle de Bessy.
1	1687	Freybergen.
1	1683	B. Fullenius.
1	1683	Gallé.
4	1675—1682	Gallois.
5	1659—1660	du Gast.
1	1673	Gellet.
16	1682—1687	P. Gentius.
1	1684	Gottignies.
2	1690 – 1691	Gousset.
4	1690—1691	A. de Graaf.
20	1686 – 1693	J. de Graaf.
1	1669	J. Grandamy.
1	1693	D. Gregory.
2	1667	J. Gregorius.
2	1678	N. Grevius.
5	1660—1673	Guisony.
3	1653—1692	G. Gutschovius.
4	1670—1685	J. B. du Hamel.
7	1678—1679	N. Hartsoecker.
2	1674—1689	de Hautefeuille.
15	1659—1666	N. Heinsius.
1	1659	G. Hesius.
3	1657—1658	H. van Heuraet.
12	1656 – 1665	J. Hevelius.

Aantal.	Datums.	Brieven *aan* Huygens.
14	1680—1691	de la Hire.
1	1661	Hobbes.
1	1693	G. van Hogendorp.
1	1665	Holtes.
20	1690—1695	Marq. de l'Hospital.
15	1657—1688	J. Hudde.
2	1691	Huet.
17	1638—1685	Constantijn Huygens, Vader.
161	1648—1695	Constantijn Huygens, Broeder.
6	1669—1680	Lodewijk Huygens, Broeder.
2	1656	Philippus Huygens, Broeder.
2	1692	Hubertus Huygens.
1	1687	Jacquelot.
1	1690	Justel.
15	1652—1665	A. Kinner de Löwenthurm.
1	1661	A. Kircherus.
1	1679	Lamothe.
1	1657	de Lannion.
10	1674—1679	A. Leeuwenhoek.
36	1679—1694	G. G. Leibnitz.
18	1660—1668	Princeps Leopold ab Hetruria.
3	1652—1654	D. Lipstorp.
1	1690	W. van Lith.
2	1665—1667	Lubrinitzki de Liebienitz.
2	1690	J. Ludolff.
1	1660	L. Magalotti.
1	1678	Manforde.
2	1668	Mariotte.
1	1669	Mathion.
9	1646—1662	Mersenne.
4	1691	G. Meyer.
1	1663	Millot.
15	1656—1660	Milon.
8	1662—1665	de Monmort.
64	1661—1669	R, Moray.
4	1665—1673	G. Mouton.
1	1669	W. Neile.

Aantal.	Datums.	Brieven *aan* HUYGENS.
3	1660 – 1661	M. A. Neuraeus.
1	1657	Lady Newcastle.
1	1669	de Nonancourt.
2	1668	F. van der Noot
4	1668—1669	F. G. de Nulandt.
1	1692	Nuys.
1		de Nyest.
101	1661—1676	H. Oldenburg.
7	1657—1665	R. Pagetius.
4	1675—1676	Pailheres.
7	1675—1691	D. Papin.
2	1670—1672	G. Pardies.
3	1659—1660	B. Pascal.
6	1669—1684	Perrault.
22	1658—1673	Petit.
4	1665	la Peyrere.
1		Picard.
1	1655	J. Placentini.
1		Quesnel.
1		J. Reeves.
4	1659—1669	D. Rembrandtz van Nierop.
1	1637	H. Renerus.
1		Renier.
2	1662—1674	M. A. Ricci.
1	1693	Duc de Roannes.
4	1656	Roberval.
6	1677	O. Römer.
7	1682—1684	de la Roque.
1	1681	Rumph.
1	1652	A. A. de Sarasa.
56	1648—1660	F. van Schooten.
1	1661	C. Schott.
1	1665	J. Schuler,
65	1657—1672	R. Slusius.
1	1675	H. Smethwick.
1	1662	Sorbiere.
2	1661	Southwell.

Aantal.	Datums.	Brieven *aan* HUYGENS.
1	1690	J. J. Spener.
3	1666	B. de Spinosa.
1	1681	A. Spole.
1		Stampioen de Jonge.
5	1692	J. G. Steigerthal.
2	1660	H. Stevin.
1		H. J. C. Sweerts.
7	1652—1659	A. Tacquet.
12	1661—1667	Thevenot.
1	1675	Thuret.
9	1682—1687	E. W. de Tschirnhaus.
1	1670	Vallot.
1	1687	Varignon.
3	1678—1679	de Vaumesle.
5	1683—1687	Vegelin van Claerbergen.
1	1674	de Vegnauld.
1	1691	M. van Velden.
19	1651—1665	Gregorius a St. Vincentius.
7	1658—1663	J. Vlitius.
3	1689—1693	B. de Volder.
2	1656—1657	J. Vondel.
1	1688	Is. Vossius.
4	1668—1675	de la Voye.
1	1688	van Waesbergen.
4	1665—1673	H. van de Wall.
14	1655—1673	J. Wallis.
3	1654	J. Weissel.
4	1659—1664	J. de Wit.
2	1661	C. Wren.
1	1654	J. de Wijck.
25	1658—1685	Zonder naam van afzender.

PROCES-VERBAAL

VAN DE

GEWONE VERGADERING DER AFDEELING NATUURKUNDE,

op Zaterdag 26 September 1885.

Tegenwoordig de Heeren: BUYS BALLOT, Voorzitter, KORTEWEG, LORENTZ, VAN DER WAALS, BRUTEL DE LA RIVIÈRE, HUBRECHT, DONDERS, MICHAËLIS, MULDER, VAN RIEMSDIJK, MARTIN, HOFFMANN, ZAAIJER, SURINGAR, FRANCHIMONT, MAC GILLAVRY, SCHOLS, BIERENS DE HAAN, VAN DIESEN, RAUWENHOFF, GRINWIS, J. A. C. OUDEMANS, BOSSCHA, VAN DE SANDE BAKHUIJZEN, STOKVIS, PLACE, VERLOREN, ZEEMAN, KOSTER, FÜRBRINGER, BEHRENS, DE VRIES, BEIJERINCK, HOEK en C. A. J. A. OUDEMANS, Secretaris. Voorts van de Letterkundige Afdeeling de Heer: NABER.

— Het Proces-Verbaal der vorige zitting wordt gelezen en goedgekeurd.

— Worden gelezen brieven van dankzegging voor ontvangen werken der Akademie van:

1⁰. A. J. ENSCHEDÉ, Bibliothecaris der Stads Bibliotheek te Haarlem, 8 Juli 1885; 2⁰. G. C. W. BOHNENSIEG, Conservator van Teyler's Stichting te Haarlem, 8 Augustus 1885; 3⁰. J. TIDEMAN, Secretaris van het koninklijk Instituut van Ingenieurs te 's Gravenhage, 8 Juli 1885; 4⁰. TH. VAN DOESBURGH, Secretaris van het Bataafsch Genootschap der proefondervindelijke wijsbegeerte te Rotterdam, 6 Augustus 1885; 5⁰. W. F. C. VAN LAAK JR., Bibliothecaris der Gemeente-Bibliotheek te Arnhem, 1885; 6⁰. de Gedeputeerde

Staten van Friesland te Leeuwarden, 6 Augustus 1885; 7°. L. G. Berends, Gouverneur der koninklijke militaire Akademie te Breda, 10 Juli 1885; 8°. van der Burg, Batavia, 19, 26 Mei 1885; 9°. den Bibliothecaris der Vereeniging tot bevordering van geneeskundige wetenschappen in Nederlandsch-Indië te Batavia, 28 Mei 1885; 10°. H. Tobin, Bibliothecaris der Société géologique de Belgique te Luik, 1885; 11°. den Secretaris der Académie des Sciences, Arts et belles Lettres te Dyon, 14 Augustus 1885; 12°. R. Leigh, Bibliothecaris der literary and philosopical Society te Liverpool, Mei 1885; 13°. R. Sydney Marsden, Secretaris der royal physical Society te Edinburg, 29 Juli 1885; 14°. J. Szombathy, Secretaris der anthropologische Gesellschaft te Weenen, 3 Augustus 1885; 15°. F. Czermak, Secretaris van het naturforschende Verein te Brunn, 24 Januari 1885; 16°. H. Brunn, Bibliothecaris der astronomische Gesellschaft te Leipzig, 28 Juli 1885; 17°. P. Schiemenz, Bibliothecaris van het zoologisch Station te Napels, 18 Juli 1885; 18°. F. P. Ruffini, Secretaris der R. Academia delle Scienze te Bologna, 1 September 1884; 19°. J. M. Latino-Coelho, Secretaris der Académie royale des Sciences te Lissabon, 31 Mei 1885; 20°. H. G. Zeuthen, Secretaris der Académie royale des Sciences te Kopenhagen, 31 Mei 1885; 21°. J. C. Wieser, Bibliothecaris der U. S. naval Observatory te Washington, 28 Juli 1885; 22°. J. A Turner, Bibliothecaris der Smithsonian Institution te Washington, 27 Juli 1885; 23°. E. C. Pickering, Directeur van Harvard College Observatory te Cambridge, 1 Augustus 1885; 24°. E. Evers, Secretaris der Academy of Science te St. Louis, 1885; 25°. M. E. Mathews, Secretaris der Office of the James Lick Trust te San Francisco, 11 Augustus 1885; 26°. M. Perez, Onder-Directeur van het Observatorio meteorologica-magnetico central te Mexico, 15 Augustus 1885; 26°. U. Seto, Voorzitter der Universiteit te Tokio, 2 Augustus 1885; aangenomen voor bericht.

— Voorts Brieven ten geleide van boekgeschenken van de navolgenden:

1⁰. het Ministerie van Binnenlandsche Zaken te 'sGravenhage, 27, 30 Juli, 7, 20, 21, Augustus, 18 en 21 September 1885; 2⁰. Ministerie van Waterstaat, Handel en Nijverheid te 's Gravenhage, 29 Augustus 1885; 3⁰. LOUIS RIEBER, Secretaris der Maatschappij tot bevordering der Bouwkunst te Amsterdam, 21 Juli 1885; 4⁰. G. C. W. BOHNENSIEG, Conservator van Teyler's Stichting te Haarlem, 1885; 5⁰. J. BOSSCHA, Secretaris der Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen te Haarlem, 3 September 1885; 6⁰. SCHORER, Voorzitter van gedeputeerde Staten van Noord-Holland te Haarlem, 22 Juli 1885; 7⁰. A. A. VORSTERMAN VAN OYEN te 's Gravenhage, 24 Juni 1885; 8⁰. A. D. VAN RIEMSDIJK te Utrecht, 4 Juli 1885; 9⁰. BUYS BALLOT, Directeur van het kon. Ned. meteorologisch Instituut te Utrecht, 12 September 1885; 10⁰. TH. VAN DOESBURGH, Secretaris van het Bataafsch Genootschap der proefondervindelijke Wijsbegeerte te Rotterdam, 15 Augustus 1885; 11⁰. den Commissaris des Konings in de provincie Friesland te Leeuwarden, 11 Juli 1885; 12⁰. A. H. VAN DER KEMP, Secretaris der N. I. Maatschappij van Nijverheid en Landbouw te Batavia, 1 Juni 1885; 13⁰. VAN DER BURG te Batavia, 30 Juli 1885; 14⁰. J. LIAGRE, Secretaris der Académie royale des Sciences, des Lettres et des beaux-Arts de Belgique te Brussel, Juni 1885; 15⁰. den Directeur van het Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique te Brussel, 30 April en 21 Augustus 1885; 16⁰. E. REUSENS, Bibliothecaris der Université catholique te Leuven, Januari 1885; 17⁰. den Secretaris der Société philomatique te Parijs, 13 April 1885; 18⁰. CH. SCHEFER, Administrateur der Ecole spéciale des Langues orientales vivantes te Parijs, 30 April 1885; 19⁰. DE MILLOUÉ, Directeur van het Musée Guimet te Lyon, 13 April, 22 Mei 1885; 20⁰. GATIEN-ARNOULT, Secretaris der Académie des Sciences, Inscriptions et belles-Lettres te Toulouse, 7 Juni 1885; 21⁰. R. J. GLAIREBROOK, Secretaris der Cambridge philosophical Society te Cambridge, 1885; 22⁰. D. MARCHEŃTI, Directeur van het Museo civico di Storia naturale te Triëst, 29 Juni 1885; 23⁰. AUWERS, Secretaris der kön. preuss. Akademie der Wissenschaften

te Berlijn, Mei 1885; 24°. FÖRSTEMANN, Archivaris der kön. sächsische Gesellschaft der Wissenschaften te Leipzig, 27 Juni 1885; 25°. BARACK, Bibliothecaris der kais. Universität te Straatsburg, 15 Juni 1885; 26°. R. DE BOAVENTURA MARTINS PEREIRA te Lissabon, 1885; 27°. W. HAFFNER, Secretaris der Association géodésique internationale te Christiania, 5 Juli 1885; 28°. G. STORM, Secretaris der Videnskabs-Selskabet te Christiania, 11 Juli 1885; 29°. H. WILD, Directeur van het physikalisch-central Observatorium te St. Petersburg, Februari 1885; 30°. JAMES C. PILLING, Secretaris der U. S. geological Survey te Washington, 1 Mei 1885; 31°. E. BURGESS, Secretaris der Boston Society of natural History te Boston, Mei 1884; 32°. CH. A. ASHBURNER, Directeur der 2d geological Survey of Pennsylvania te Philadelphia, 23 April 1885; 33°. C. BABBILL, Secretaris der State agricultural Society te Madison, 18 Maart 1885; waarop het gewone besluit valt van schriftelijke dankbetuiging en plaatsing in de Boekerij.

— Tot de ingekomen stukken behooren: 1°. mededeelingen van de Heeren MEES en GUNNING, dat zij verhinderd zijn de Vergadering bij te wonen; 2°. een brief van den gepens. kapt. luit. ter zee A. A 's GRAEUWEN (14 Aug. 1885), waarin het overlijden wordt meêgedeeld, op 68-jarigen leeftijd, van het lid der Akademie, wijlen den vice-admiraal JOH. VAN GOGH. Naar aanleiding van dit schrijven schetst de Voorzitter in korte trekken de verdiensten van den afgestorvene, zoowel ten opzichte van het vaderland als van het kon. Ned. meteorologisch Instituut, en herinnert hij, hoe ook de Akademie door zijne degelijke rapporten, in vroeger dagen vooral, in hooge mate gebaat werd; 3°. eene missive van den Heer Mr. E. M. VON BAUMHAUER (11 Juli 1885), ter begeleiding van het welgelijkend portret van wijlen zijn overleden vader, den Hoogleeraar E. H. VON BAUMHAUER, lid der Akademie; 4°. een brief van den Heer Prof. H. KAPTEIJN, waarin hij, ook uit naam zijns broeders, de verhandeling terug verzoekt, onder den titel van »Les Sinus supérieurs" ter plaatsing in de werken der Akademie aangeboden;

5°. een opstel voor de Verslagen en Mededeelingen van het lid der Akademie STIELTJES, getiteld: »Sur quelques formules qui se rapportent à la théorie des fonctions elliptiques."

De Secretaris bericht, dat de communicatiebrief van den Heer 's GRAEUWEN met een brief van rouwbeklag werd beantwoord; dat aan de familie VON BAUMHAUER de dank der Afdeeling voor haar gewaardeerd geschenk werd toegebracht; dat aan het verzoek der Heeren KAPTEIJN werd gevolg gegeven, en dat het opstel van den Heer STIELTJES ter perse zal worden gelegd.

— De Voorzitter noodigt de Heeren SURINGAR, PLACE en VERLOREN uit, den Heer Prof. FERD. COHN, aan wien de LEEUWENHOEK-medaille werd toegekend, de vergaderzaal binnen te leiden.

De Heer COHN neemt te midden der Vergadering plaats en wordt door den Voorzitter in hartelijke woorden verwelkomd en gelukgewenscht met de hem ten deel gevallen onderscheiding.. Daarna wordt de Heer STOKVIS, bij ontstentenis van den Heer ENGELMANN (Voorzitter der LEEUWENHOEK-Commissie), uitgenoodigd, de gronden te ontvouwen, waardoor genoemde Commissie gedreven werd, den laureatus de LEEUWENHOEK-medaille toe te kennen. De Heer STOKVIS voldoet aan dit verlangen en spreekt eene rede uit in de Duitsche taal, waarin de hooge verdiensten van den Heer COHN ten opzichte van het microscopisch onderzoek der laagste organismen, gedurende de laatste tien jaren, uitvoerig wordt uiteengezet. De rede wordt met bijvalsbetuigingen begroet en gevolgd door de uitreiking van het eermetaal, met eenige toepasselijke woorden, door den Voorzitter. De Heer COHN betuigt in diep gevoelde woorden zijn dank aan de Akademie en de LEEUWENHOEK-Commissie voor beider bemoeiingen in de voor hem zoo beteekenisvolle aangelegenheid, waardeert in hooge mate de hem ten deel gevallen onderscheiding, en brengt hulde aan LEEUWENHOEK's uitnemende verdiensten, daarbij in herinnering brengend hoe Nederland, gedurende het tijdvak, waarin die gevierde natuuronderzoeker zijne ontdekkingen bekend maakte, mocht bogen op het

bezit van tal van mannen, die, in zeer verschillende richtingen, zich ten opzichte van hun vaderland in hooge mate verdienstelijk hebben gemaakt.

Na den afloop der plechtigheid wordt den Heer COHN uitgeleide gedaan, en de gewone werkzaamheden hervat.

— De Voorzitter wenscht de Heeren SURINGAR en MARTIN, beiden ter Vergadering tegenwoordig, geluk met hunne behouden terugkomst in het vaderland.

— De Heer HOEK houdt eene voordracht over den anatomischen bouw der Cirripediën. Zijne jongste onderzoekingen leidden hem tot de volgende uitkomsten:

Het door hem reeds vroeger waargenomen en beschreven segmentaal-orgaan *) wordt in een vorig segment nog door een dergelijk orgaan in geheel rudimentairen toestand voorafgegaan. Dit mag als een bevestiging beschouwd worden van de juistheid der meening, dat aan deze organen werkelijk deze beteekenis toekomt en steunt dus ook — hetzij dan min of meer indirect — de opvatting, dat ook de opening van het vrouwelijk geslachtsorgaan, aan den voet van het eerste paar rankpooten gezeten, oorspronkelijk een segmentaal-orgaan-opening is. Aan drie op elkander volgende paren aanhangselen (waarvan de eerste twee aan den zoogenaamden kop, het derde aan de borst gezeten is) zouden deze organen dus nog voorkomen en wel:

Segmentaal-orgaan I. Een in het parenchymateuse bindweefsel blind eindigend kanaal, dat in het voetlid van het tweede paar kaken (maxillen) uitmondt: het is waarschijnlijk een rudimentair orgaan, doch het wordt bij de zittende, zoowel als bij de gesteelde Cirripediën aangetroffen.

Segmentaal-orgaan II. Vormt een naar het vrije uiteinde toe nauwer, van onderen trechtervormig verwijd kanaal, met behulp waarvan de lichaamsholte met de buitenwereld in onmiddellijke gemeenschap staat: het verkeert dus nog geheel

*) Zoology of the Voyage of H. M. S CHALLENGER. Report on the Cirripedia. *Anatomical Part.* 1884. p. 23.

in den toestand, waarin hetzelfde orgaan bij de Chaetognathen b. v. wordt aangetroffen. (Eerst in een hooger stadium verkrijgt dit kanaal een meer kronkelend verloop en is het aan het binnenste uiteinde met een met trilharen bezetten trechter voorzien.) Voor zooverre bekend, staat het voorkomen van een dergelijk segmentaal-orgaan bij de Cirripediën in de Arthropoden-wereld geheel op zich zelf.

Segmentaal-orgaan III is in dienst getreden van het vrouwelijk geslachtsorgaan. Bij de Crustaceeën liggen de openingen der vrouwelijke voortplantingsorganen in den regel nabij de grens van borst en achterlijf. Dat ze bij Limulus aan den voet van het 7[de] paar aanhangselen voorkomen — dus aan het begin van de met den thorax der andere gelede dieren overeenkomende lichaamsafdeeling — wordt door RAY LANKESTER beschouwd als een punt van overeenkomst van genoemd dier met de Arachnoïden *). De Cirripediën staan dan ook, wat hun plaatsing der geslachtsopening aan het voorste paar thorax-aanhangselen betreft, onder de ware schaaldieren geheel op zich zelf. De opening voert langs een nauw kanaal in een gewoonlijk eivormige holte, die met een fraai en hoog cylinderepithelium bekleed is en steeds een van de in haar uitmondende oviduct geheel verschillend karakter vertoont. Uitvoerkanaal en daarmede samenhangende eivormige holte zouden dan respectivelijk met het uitvoerkanaal en den trechter van het segmentaal-orgaan overeenkomen.

Spreker handelt in de tweede plaats over de lichaamsholte der Cirripediën. In de welbekende, door de gebroeders HERTWIG opgestelde, Coelomtheorie komt den Arthropoden een plaats toe onder de Enterocoeliërs. Onderzoekt men echter een Cirripeed met behulp van dwarsche doorsneden, dan krijgt men den indruk, met een parenchymateus dier (vergelijkbaar met de Cestoden en de Mollusken) te doen te hebben. In het achterste gedeelte van het lichaam vindt men alle holten tusschen de organen onderling, tusschen darm en lichaamswand ingenomen door een weefsel, dat zich als

*) E. RAY LANKESTER, *Limulus an Arachnid*. 1881. p. 66.

een cellig blazig bindweefsel laat aanduiden. In dit weefsel bevinden zich lacunen, aan welke men bezwaarlijk een andere beteekenis kan toekennen, als door uiteenwijking van de bindweefsel-elementen ontstane ruimten. Meer naar voren, ongeveer op de grens van het kop- en borstgedeelte, vertoont zich echter een andere holte in de dwarsche doorsneden. Van de eerste coupes af, vertoont zij zich als een parig orgaan: een wijde langwerpige zak, die met een plat epithelium bekleed is en met behulp van het 2de segmentaal-orgaan met de buitenwereld communiceert. Een breede mesenteriaal-band verbindt aan de buikzijde darm en lichaamswand en vormt op die wijze het tusschenschot tusschen de twee zakken of holten, die de lichaamsholte vormen. Deze holten communiceeren niet met de bovengenoemde lacunen in het bindweefsel; ofschoon spreker omtrent de ontwikkeling dezer holten geen waarnemingen deed, gevoelt hij meer neiging ze met de lichaamsholte der Enterocoeliërs, dan met die der Schizocoeliërs *) te vergelijken.

In de derde plaats deelt spreker mede een excretie-orgaan (?) bij de Cirripediën ontdekt te hebben, dat met de lichaamsholte in verbinding schijnt te staan en aan beide zijden van het lichaam als een uiterst dunwandige vliezige zak optreedt. Het onderzoek naar de structuur van den wand dezer zakken brengt aan het licht, dat hij bestaat uit een laag kliercellen, die voortdurend bezig zijn stukken af te stooten en althans een oppervlakkige overeenkomst vertoonen met de cellen van het Bojanus-orgaan der Plaatkieuwige Weekdieren. Het voorkomen van een dergelijk orgaan bij de Cirripediën is — voor zooverre spreker althans bekend is — een voor de Crustaceeën geheel op zichzelf staand feit.

Een paar vragen van den Heer Hubrecht worden door den spreker beantwoord.

— De Heer Franchimont houdt zijne aangekondigde voordracht »over de werking van salpeterzuur op amiden".

*) Deze begrippen moeten hier geheel in de beteekenis opgevat worden, hen door de gebroeders Hertwig toegekend. Zie Coelomtheorie, *Jenaische Zeitschrift*. 1882.

— De Heer VAN BEMMELEN, verhinderd ter Vergadering te verschijnen, wenscht de door hem in het vooruitzicht gestelde mededeeling tot de October-vergadering uit te stellen.

— De Heer MARTIN geeft een kort verslag van zijn onderzoek naar het ontstaan van de binnenwateren van Curaçao, doch hoopt later uitvoeriger daarop terug te komen.

— De Heer BEHRENS geeft een kort verslag van de onderzoekingen van den Heer FENNEMA: »over de werkzaamheid van de vulkanen Semeroe en Lemongan in Mei 1885", en legt daarbij over een brief van genoemden Heer, vervat in de volgende bewoordingen:

In April j.l. vertoonde de vulkaan *Semeroe* verhoogde werkzaamheid. In den nacht van 17 op 18 April had eene catastrophe plaats, waarbij een veelbelovend koffieland verwoest werd en de administrateur, 3 geëmploijeerden en een 80tal inlandsche werklieden het leven lieten.

Den ondergeteekende werd opgedragen het terrein te bezoeken, omtrent den aard der verschijnselen te berichten en zooveel mogelijk na te gaan waar en in hoe verre de overige bebouwde streken aan den voet van den berg gevaar hadden te duchten. Ook de nabijgelegen vulkaan *Lemongan*, die omstreeks denzelfden tijd heviger werkte, werd bezocht.

Dit onderzoek bracht feiten aan het licht, die onze beschouwing omtrent de tegenwoordige werkzaamheid van de vulkanen in dezen archipel in eenige opzichten belangrijk wijzigen. Daar er, wegens de nog niet voltooide samenstelling der kaarten, nog wel eenige tijd zal verloopen, vóór een uitvoerig verslag kan worden uitgegeven, stel ik er prijs op, de voornaamste uitkomsten van het onderzoek reeds nu in het kort bekend te maken.

Voornamelijk op gezag van JUNGHUHN, werd tot nu toe aangenomen, dat er, ten minste op Java, een belangrijk verschil bestaat tusschen de werkzaamheid der vulkanen, in historische tijden waargenomen, en die waardoor deze bergen in vroegere tijden zijn opgebouwd.

De bekende vulkanen bestaan uit alle producten der vul-

kanische werkzaamheid, zoowel uit lava als uit tuf, vulkanisch puin, zand en asch. Volgens JUNGHUHN is echter in historische tijden nooit op Java waargenomen, dat de lava over den rand van den krater heenvloeide en als *lavastroom* op de buitenhelling van den berg vast werd. De tegenwoordige werkzaamheid zou, volgens hem, enkel aanleiding geven tot de vorming van tuf- en aschkegels.

Wat voor Java gold, schijnt ook voor Sumatra door te gaan. Bij geen van de 66 vulkanen, die door het onderzoek van de laatste jaren aldaar bekend werden, zijn recente lavastroomen opgemerkt. Als oorzaak van deze veranderde werkzaamheid, kon men wijzen op de aanzienlijke hoogte, die de vulkanen over het algemeen bereikt hebben. De spanning in den vulkanischen haard (waardoor dan ook veroorzaakt) was niet voldoende, de lava tot een niveau van ruim 3000 meter boven zee op te drijven. Ook flankerupties komen niet voor; parasitische kegeltjes op de hellingen der vulkanen behooren tot de uitzonderingen, hetzij doordien het massief van den vulkaan stevig genoeg is om het ontstaan van spleten te verhinderen, hetzij doordien de lava te dikvloeibaar is om deze spleten op te vullen.

Bij de groote eruptie van Krakatau in 1883, waarbij het eruptiepunt slechts 50 meter boven zee lag, heeft men evenmin sporen van lavastroomen kunnen ontdekken.

Het onderzoek van den Semeroe en den Lemongan heeft echter geleerd, dat met deze tegenstelling van de tegenwoordige tegenover de vroegere werkzaamheid der Java-vulkanen, gebroken moet worden.

In April 1885 is aan den Semeroe, op eene hoogte van meer dan 3600 meter boven zee, gloeiende vloeibare lava over den kraterrand gestroomd en aan den Lemongan werden verschillende lavastroomen aangewezen, die buiten allen twijfel in de laatste 50 jaren naar beneden zijn gekomen.

De *Semeroe* bestaat uit een slanken kegel, die, van boven zeer steil, in een breeden vlakken voet uitloopt. De vlakke voet gaat vrij plotseling in de steilere helling over, onge-

veer op 1400 meter boven de zee. Dit is zoo in het oogvallend, dat, volgens het spraakgebruik van de koffieplanters in den omtrek, op die hoogte de eigenlijke Semeroe begint. Aan de zuidzijde bedraagt de gemiddelde helling op het niveau, van 700—1400 meter zeehoogte, 6°; van 1400—2100 meter, ruim 20°, en van 2100 meter tot aan den top, ruim 30°.

Deze steile kegel bestaat aan de oppervlakte en tot tientallen van meters diepte uit los zand met tallooze steenbrokken, die tot meer dan 10 kub. meter inhoud bezitten. De plantengroei strekt zich het verst uit aan de noordzijde, doch ook daar niet hooger dan tot 3000 meter.

Klimt men langs deze steile helling naar boven over losse massa's, die alleen door hun gewicht worden saamgehouden en die onder eene helling van 1 op $1^1/_2$ liggen, dan begrijpt men, hoe gevaarlijk deze reusachtige puinhoop, zoo hoog boven de omgeving, kan worden, wanneer door eene uitwendige oorzaak de massa in beweging wordt gebracht.

De kruin van den berg bestaat uit 3 toppen: 1° de *Mahameroe*, een zeer regelmatige kegel zonder krateropening, 3671 meter hoog (Java's hoogste spits); 2° de eigenlijke *Semeroe*, een gedeelte van een ouden kraterrand (hoogste punt 3654 meter). Het hoogste punt van den zadel tusschen 1 en 2 ligt op 3585 meter zeehoogte; 3° de *Djonggring Seloko*, een kegel met de werkzame krateropening. Deze ondergaat vrij aanzienlijke veranderingen. Ten tijde van het bezoek van JUNGHUHN in September 1844 en nog later, vertoonde de kraterrand aan de Z O. zijde eene vrij diepe inkerving.

Bij de opneming door den topographischen dienst in 1879, was de geheele rand gaaf en lag het laagste punt op 3595 meter, niet meer dan 20 meter beneden het hoogste punt van den rand (3615 meter).

Gedurende tientallen van jaren worden van den Semeroe niets dan ascheruptie's vermeld. Somtijds om het kwartier, somtijds met eenige uren tusschenpoos, rijzen donkere wolken, waterdamp met asch, zand en steenen, uit den krater

op. Des nachts zijn de steenen als gloeiende punten zichtbaar. Nu en dan werden in het Malang'sche, aan de westzijde, vrij onbeduidende aschregens waargenomen.

Van tijd tot tijd werd ook bericht, dat een donkerroode gloed 's nachts aan den top zichtbaar was.

In April j.l is de lava in de kraterpijp opgestegen en op het laagste punt aan de zuid-zuidoostzijde over den rand gestroomd, hetgeen als een vurige streep van beneden zichtbaar werd. In de losse massa's van den steilen kegel groef de lava zich een bed, en steenen en zand rolden naar beneden. Reeds op 12 en 13 April werden belangrijke steenstortingen waargenomen en verschillende koffieondernemingen, o. a. *Kali-bening*, verlaten. Op den 16^{den} keerden de bewoners gedeeltelijk terug en in den nacht van 17 op 18 April had de catastrophe plaats, die hun allen noodlottig werd.

Door den druk van de vloeibare lavamassa inwendig, bezweek de zuidoostelijke kraterwand en werd over eene breedte van 260 meter en eene verticale hoogte van 220 meter naar buiten gedrukt.

De massa zand en steenen stortte als een reusachtige steenlawine naar beneden en overstelpte met onweêrstaanbaar geweld den vlakkeren voet over eene lengte van 7000 meter en een gemiddelde breedte van meer dan 1000 meter.

Langs de helling van den kegel is een breede geul met steile wanden zichtbaar. De bodem van de geul is bedekt met lava, die, met veel geringere snelheid dan de lawine, daar langs is afgestroomd. Des nachts vertoonde zich het benedengedeelte als eene donkergloeiende massa; des daags zag men voortdurend, en vooral aan het benedeneinde, veel waterdamp opstijgen. Dagen na de eruptie bewoog zich de stroom nog langzaam afwaarts, hoewel hij niet lager kwam dan op het niveau van 2100 meter. Slechts losse stukken, die van den gestolden voorkant waren afgebroken, zijn verder naar beneden gerold.

De uitgestroomde lava heeft dus slechts indirect schade aangericht, door namelijk de losse massa's van den steilen kegel in beweging te brengen. Terwijl, volgens ruwe schat-

ting, de uitgestroomde lava een volume van tusschen 3 à 400.000 kub. meter kan hebben gehad, bedraagt het volume van de steenlawine op zijn allerminst 20.000.000 kub. meter, dus meer dan vijftigmaal meer.

De gewone werkzaamheid van den krater was, gedurende dit opstijgen en overvloeien van de lava, niet veel sterker dan gewoonlijk. In het Malang'sche werden slechts onbeduidende aschregens waargenomen. Alleen waren de geluiden heviger dan gewoonlijk. Echter moet worden opgemerkt, dat op de op 5 kilometer afstand gelegen koffieondernemingen de geluiden veel minder sterk waren dan die in 1883, aldaar waargenomen tijdens de eruptie van het meer dan 800 kilometer verwijderde Krakatau. In de op 33 kilometer afstand gelegen afdeelingshoofdplaats *Loemadjang* is slechts door enkele personen opgemerkt, dat er in den nacht van 17 op 18 April iets bijzonders plaats had.

De *Lemongan* bereikt nog niet de helft der hoogte van den Semeroe; zijn hoogste top ligt slechts 1668 meter boven zee. De vlakke voet gaat eveneens vrij plotseling in den zeer steilen kegel over. Aan de westzijde bedraagt de gemiddelde helling: van 300—600 meter zeehoogte, $3^1/_2{}^0$; van 600—1000 meter zee, 16^0, en van 1000 meter tot aan den top, ruim 33^0.

Het is een tweelingberg, waarvan de N. O. helft, de *Taroeb* (1668 meter), met flauw concaven, steilen rand den kegel van den eigenlijken Lemongan (1636 meter) omgeeft. De buitenhelling van den Taroeb is eveneens fraai-kegelvormig en tot aan den top begroeid. De Lemongan is boven het niveau van 600 meter geheel kaal. Het hoogste punt van den zadel tusschen den Taroeb en den Lemongan ligt 1530 meter boven zee. In 1879 lag de werkzame krater als een meer dan 200 meter diepe kuil aan de Z.W.zijde beneden den top van den Lemongan. Het laagste punt van den rand lag op 1525 meter. Sedert heeft zich rondom den krater een nieuwe kegel opgehoopt, die bij mijn bezoek aan den top

in Mei j.l. boven den eigenlijken Lemongan uitstak en eene hoogte van 1662 meter bereikt had.

Merkwaardig zijn aan dezen vulkaan de fraaie lavastroomen en de parasitische kegeltjes, die in groot aantal aan de oppervlakte verspreid liggen en waardoor de Lemongan zich van alle tot nu toe meer bekende vulkanen in den Archipel onderscheidt.

Bij mijn definitief verslag zal eene kaart worden gevoegd, waarop de lavastroomen zijn aangegeven. Vooral werden *die* stroomen nagegaan, waarvan de eruptietijd uit vroegere berichten met zekerheid bepaald kon worden, b. v.: die van 13—15 Sept. 1849, eene flankeruptie, 600 meter verticaal beneden den top; een stroom van April 1869, uit den hoofdkrater, en een stroom in Mei 1877, eveneens uit den hoofdkrater.

De geschiedenis van den lavastroom van April 1883 is het best bekend. Deze vloeide uit den hoofdkrater naar het westen, tot beneden het niveau van 400 meter, over eene lengte van 5000 meter. Nog drie weken na de eruptie schoof de stroom langzaam vooruit, een klein dorp werd geraseerd, maar de inwoners hadden ruim den tijd, hunne eigendommen te redden en zelfs hunne huizen te verplaatsen. De stroom is 10—20 meter dik en 200—400 meter breed. Gedurende het opmeten in Mei j.l. brandden de blootsvoets loopende arbeiders zich nog herhaaldelijk de voeten aan den uit de spleten opstijgenden heeten waterdamp.

Eindelijk is in April van dit jaar weder lava uit den hoofdkrater gevloeid naar het Z.Z.W. Van dezen stroom werden door mij stukken geslagen in Mei, toen de lava nog zeer heet was. De stroom was niet meer dan 25 meter breed, maar schijnt het voorspel geweest te zijn van eene heviger eruptie, daar nu op 6 Augustus wordt bericht, dat de Z.Z.W. kraterwand bezweken is en groote hoeveelheden lava in Z.Z.W. richting afvloeien.

Deze eruptie's van den Lemongan zijn betrekkelijk onschadelijk. De berg is weinig bevolkt en weinig bebouwd. De lavastroomen vloeien na zekeren tijd zoo langzaam, dat zij gemakkelijk kunnen worden ontweken. Ook hier zijn de

steenlawine's, als indirekt gevolg van de lavaeruptie, het gevaarlijkst. Daardoor verloren b. v. in 1869 eenige menschen het leven.

De berg bestaat echter voor een veel kleiner gedeelte dan de Semeroe uit los materiaal en door de veel geringere hoogte van den steilen kegel komt eene steenlawine aan den vlakken voet veel spoediger tot staan.

Junghuhn spreekt reeds van de merkwaardige *meertjes* rondom den Lemongan.

Hij beschouwt ze als door instorting ontstaan en deze verklaring is hoogstwaarschijnlijk juist. Doch vóór die instorting zijn het eruptiepunten geweest, die zoogenaamde parasitische kegeltjes rondom hun centrum hebben opgehoopt. De buitenhelling van deze kegeltjes is in vele gevallen door jongere eruptieproducten overdekt. De karakteristieke vorm is daardoor gedeeltelijk verborgen, doch b. v. op de kaarten van den topographischen dienst, schaal 1 : 20.000, nog zeer goed te herkennen. Ook de ligging der eruptieproducten rondom de meertjes is in de meeste gevallen nog zeer goed aan te wijzen.

In het terugzinken van de lava na eene periode van werkzaamheid, heeft men zeker wel de oorzaak van de centrale instortingen te zoeken.

In het uitvoerig verslag zullen de afmetingen enz. van een 30tal dergelijke parasitische kegeltjes meêgedeeld, en van sommige hunner kaarten en profielen geleverd worden.

De diameter der centrale instortingen bedraagt van 250—1000 meter; de diepte van den bodem beneden den rand, b. v. bij de *Ranoe-pakis* 160, en bij de *Ranoe-bedali* ruim 200 meter.

Behalve deze, komen nog een aantal onregelmatige kegelvormige verheffingen voor, zonder krateropening. Het zijn punten, waar alleen lava aan den dag is gekomen, aan den Etna »*Bocche*" genoemd. Gewoonlijk zijn ook deze door jongere eruptieproducten overdekt, maar in de nabijgelegen ravijnen zijn dikwijls de bijbehoorende lavastroomen ontbloot.

Twee richtingen zijn aan te wijzen, die beide den centraalkrater snijden, waarlangs verscheidene parasitische kegeltjes

en *bocche* gerangschikt zijn en die dus op radiale spleten wijzen. Voor het overige liggen zij vrij onregelmatig verspreid.

Beschouwen wij nu den aard der eruptieproducten van beide vulkanen, dan vinden wij een merkwaardig verschil. De lava en de overige uitwerpselen van den Semeroe zijn alleen *hyperstheenandesiet*.

Die van den Lemongan zoowel als van den Taroeb, van den centraalkrater zoowel als van de parasitische kegeltjes en *bocche*, zijn uitsluitend *bazalt*.

In April 1885 is dus bijna op hetzelfde oogenblik op twee punten, slechts 48 kilometer van elkander verwijderd, het eene 3600 meter, het andere slechts 1660 meter boven zee, lava veor den dag gekomen van zeer verschillende chemische en mineralogische samenstelling.

Uit de waarneming, dat in den tegenwoordigen tijd door Java's vulkanen geen lava geleverd werd, is wel eens de gevolgtrekking gemaakt, dat de vulkanische werkzaamheid op dit eiland aan het afnemen was.

De eruptie van Krakatau in 1883 is wel het sterkste bewijs hiertegen.

Omgekeerd zou men nu ook kunnen beweren, dat het feit, dat uit Java's hoogsten bergtop weer lava gevloeid is, er op wijst, dat we aan den ingang staan van eene periode van verhoogde werkzaamheid der vulkanen.

Deze gevolgtrekking kan echter evenmin worden toegegeven.

Het al of niet overvloeien van lava is namelijk geen directe maatstaf, waarnaar de intensiteit der vulkanische werkzaamheid kan beoordeeld worden.

Zeker is eene zeer aanzienlijke spanning noodig om eene lavazuil tot 3600 meter boven zee op te drijven. Maar bij de eruptie van Krakatau in 1883 zijn nog veel grootere krachten in het spel geweest, en toch zijn toen op 50 meter boven zee geen werkelijke lavastroomen naar buiten gevloeid.

Het eenvoudigst is dit wel te verklaren door eene zekere inrichting van den vulkanischen haard, zooals die door den Heer VERBEEK, in zijn groot werk over Krakatau, wordt aangenomen (zie aldaar blz. 109 en kaart fig. 32).

Is eenmaal de spanning voldoende om eene uitbarsting te veroorzaken, dan zal het al of niet uitvloeien van lava alleen afhankelijk zijn:

van den *vorm* van den vulkanischen haard;

van de *verhouding* tusschen stoom en lava in dien haard;

en van de *capaciteit der kraterpijp*, in verhouding tot de hoeveelheid opgeperste lava.

Buitenzorg 9 Augustus 1885.

— Voor de boekerij der Akademie worden aangeboden: Door den Heer HUBRECHT, uit naam van den Heer Dr. J. F. VAN BEMMELEN: Ueber vermuthliche rudimentäre Kiemenspalten bei Elasmobrauchiern; door den Heer BIERENS DE HAAN een vervolg op zijne Bibliographie Néerlandaise des sciences mathématiques et physiques; door den Heer VAN DE SANDE BAKHUIJZEN zijne Unursuchungen ueber die Rotationszeit des Planets chars und ueber Aenderungen tenir Flecke; door den Heer PLACE, uit naam van den Heer Dr. J. VAN REES: Protozoaires et Coelentérés de l Escout de l'Est; Over intra-cellulaire spijsverteering en over de beteekenis der witte bloedlichaampjes; Over de port-embryonale ontwikkeling der Murea vornitoria.

— Daar er verder niets te verhandelen is, sluit de Voorzitter de Vergadering.

SUR QUELQUES FORMULES

QUI SE RAPPORTENT À LA

THEORIE DES FONCTIONS ELLIPTIQUES.

PAR

M. STIELTJES.

Dans les formules qui suivent on doit toujours, sauf indication contraire, attribuer au nombre n placé sous le signe Σ les valeurs entières et positives

$$n = 1,\ 2,\ 3,\ 4\ldots$$

le nombre m désignera les nombres impairs

$$m = 1,\ 3,\ 5,\ 7\ldots$$

Ensuite D représente un nombre entier positif ou négatif, mais je suppose toujours que D n'est divisible par aucun carré hors l'unité.

Je distingue quatre cas.

I.

$D > 0$, $D \equiv 2$, 3 mod. 4. En posant

$$F(x) = \Sigma \left(\frac{D}{m}\right) e^{-\frac{m^2 \pi x}{4D}} \quad \ldots\ldots\ldots (\alpha)$$

cette fonction jouit de ces propriétés:

$$F\left(\frac{1}{x}\right) = \sqrt{x}\, F(x) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (\alpha')$$

$$F(x + Di) = e^{-\frac{\pi i}{4}} F(x) \quad \ldots\ldots\ldots \quad (\alpha'')$$

$\left(\frac{D}{m}\right)$ est le symbole de LEGENDRE généralisé par JACOBI, avec la convention ordinaire que $\left(\frac{D}{m}\right) = 0$, lorsque D et m ne sont pas premiers entre eux. J'ajoute que dans ce qui suit on suppose encore $\left(\frac{r}{n}\right) = \left(\frac{r}{-n}\right)$. (Voir p. e. KRONECKER, *Monatsberichte.* Juni 1876).

II.

$D < 0$, $D \equiv 2, 3$ mod. 4. En posant

$$G(x) = \Sigma \left(\frac{D}{m}\right) m\, e^{\frac{m^2 \pi x}{4D}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (\beta)$$

on aura

$$G\left(\frac{1}{x}\right) = (\sqrt{x})^3\, G(x) \quad \ldots\ldots\ldots \quad (\beta')$$

$$G(x - Di) = e^{-\frac{\pi i}{4}} G(x). \quad \ldots\ldots\ldots \quad (\beta'')$$

III.

$D > 0$, $D \equiv 1$ mod. 4. En posant

$$\left.\begin{aligned} F_1(x) &= \Sigma \left(\frac{n}{D}\right) e^{-\frac{n^2 \pi x}{D}} \\ F_2(x) &= \Sigma\, (-1)^n \left(\frac{n}{D}\right) e^{-\frac{n^2 \pi x}{D}} \\ F_3(x) &= \Sigma \left(\frac{m}{D}\right) e^{-\frac{m^2 \pi x}{4D}} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots \quad (\gamma)$$

on aura

$$\left.\begin{aligned} F_1\left(\frac{1}{x}\right) &= \sqrt{x}\, F_1(x) \\ F_2\left(\frac{1}{x}\right) &= (-1)^{\frac{D-1}{4}} \sqrt{x}\, F_3(x) \\ F_3\left(\frac{1}{x}\right) &= (-1)^{\frac{D-1}{4}} \sqrt{x}\, F_2(x) \end{aligned}\right\} \ldots\ldots \quad (\gamma')$$

$$\left.\begin{aligned} F_1(x + Di) &= F_2(x) \\ F_2(x + Di) &= F_1(x) \\ F_3(x + Di) &= e^{-\frac{\pi i}{4}} F_3(x) \end{aligned}\right\} \ldots\ldots\ldots \quad (\gamma'')$$

Toutefois, ces formules sont en défaut dans le cas $D = 1$, mais en prenant dans ce cas au lieu de (γ)

$$F_1(x) = \sum_{-\infty}^{+\infty} e^{-n^2 \pi x}$$

$$F_2(x) = \sum_{-\infty}^{+\infty} (-1)^n e^{-n^2 \pi x}$$

$$F_3(x) = \sum_{-\infty}^{+\infty} e^{-\frac{(2n-1)^2 \pi x}{4}}$$

les relations (γ') et (γ'') restent vraies.

IV.

$D < 0$, $D \equiv 1$ mod. 4. En posant

$$\left.\begin{aligned} G_1(x) &= \Sigma \left(\frac{n}{D}\right) n\, e^{\frac{n^2 \pi x}{D}} \\ G_2(x) &= \Sigma (-1)^n \left(\frac{n}{D}\right) n\, e^{\frac{n^2 \pi x}{D}} \\ 2\, G_3(x) &= \Sigma \left(\frac{m}{D}\right) m\, e^{\frac{m^2 \pi x}{D}} \end{aligned}\right\} \ldots\ldots \quad (\delta)$$

on aura

$$\left.\begin{aligned} G_1\left(\frac{1}{x}\right) &= (\sqrt{x})^3\, G_1(x) \\ G_2\left(\frac{1}{x}\right) &= (-1)^{\frac{D-1}{4}}\, (\sqrt{x})^3\, G_3(x) \\ G_3\left(\frac{1}{x}\right) &= (-1)^{\frac{D-1}{4}}\, (\sqrt{x})^3\, G_2(x) \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots \quad (\delta')$$

$$\left.\begin{aligned} G_1(x - Di) &= G_2(x) \\ G_2(x - Di) &= G_1(x) \\ G_3(x - Di) &= e^{-\frac{\pi i}{4}}\, G_3(x) \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (\delta'')$$

Partout on doit supposer positive la partie réelle de x et de $\sqrt{x}$.

On voit bien les conséquences qui se rattachent à ces formules et sur lesquelles j'aurai peut-être l'occasion de revenir plus tard.

Pour le moment je me borne à cette indication que toutes ces formules se déduisent sans peine à l'aide des propriétés fondamentales de la fonction Θ d'une part et d'autre part des formules que GAUSS a données dans son célèbre mémoire intitulé *Summatio quarundam serierum singularium* 1808. Oeuvres tome II.

Paris, Septembre 1885.

TOESPRAAK VAN

Prof. STOKVIS

BIJ GELEGENHEID VAN DE UITREIKING DER LEEUWENHOEK-MEDAILLE

AAN

Prof. FERD. COHN.

(Uitgebracht in de Vergadering van 26 Sept. 1885).

Indem ich der Aufforderung unseres geehrten Praesidenten nachkomme, kann ich es nur bedauern, dass *mir* die unverdiente und unerwartete Ehre zu Theil fällt, Sie, hochverehrter und berühmter Herr College, im Namen des Ausschusses für die Zuweisung der Leeuwenhoek-Medaille an dieser Stelle zu begrüssen. Und Sie alle, meine Herren, werden gewiss dieses lebhafte Bedauern mit mir theilen. Am Krankenbett seiner Gattin weilend fehlt unser verehrtes Mitglied, Prof. Engelmann, der Vorsitzender unseres Ausschusses, welchem wir das ausgezeichnete Referat über die Zuweisung der Medaille verdanken, eben jetzt in unserer Mitte. Wie vortrefflich und würdig würde er sich der schönen und dankbaren Aufgabe erledigt haben, welcher ich mich nur halb zagend zu unterziehen wage! Welchen unvergesslichen Eindruck würde es auf Sie, hochverehrter Herr Cohn, gemacht haben, wenn er, durch Geburt ein Meister der deutschen Sprache, durch seine wissenschaftlichen Siege ein Herrscher auf dem Arbeitsfeld, auf welchem Sie Ihre schönsten Lorbeeren gepflückt haben, seiner Bewunderung für Ihre Arbeiten bei dieser Gelegenheit hätte Ausdruck geben können!

Wie schmerzlich uns aber auch seine Abwesenheit berührt, wir wissen, dass er mit seinen Gedanken bei uns ist, und ich für meinen Theil würde gewiss die grosse Ehre,

welche mir zu Theil fällt, nämlich jetzt das Wort zu führen, abgelehnt haben müssen, wenn mir nicht Coll. ENGELMANN selbst zur Seite gestanden hätte, und ich mich nicht auf sein ausgezeichnetes Referat hätte stützen können, um Ihnen, hochverehrter Herr, die Begrüssung unseres Comités darzubringen.

Als der Ausschuss unserer Akademie zur Zuweisung der LEEUWENHOEK-Medaille die Frage zu erledigen hatte, welcher Naturforscher, den Stiftungs-Urkunden der Medaille gemäss, im letzten Dezennium sich am meisten um das Studium der mikroskopischen Wesen verdient gemacht hatte, da war es einem jedem sogleich einleuchtend, dass bei der fortschreitenden Entwicklung der Wissenschaft, nicht zum zweiten Male ein EHRENBERG gefunden werden könnte, welchem es seiner Zeit gegeben war, das ganze Gebiet der mikroskopischen Wesen zu übersehen, und in jedem seiner Theile gründlich zu bearbeiten. Mit der Ausbreitung des Gebiets wuchs die Zahl der Aufgaben und der Errungenschaften. In den letzten Jahren waren es nicht länger mehr allein die Morphologie und die descriptive Anatomie, welche die Arbeiten auf diesem Gebiete beherrschten; daneben wurde der Entwicklung, den Metamorphosen, der Fortpflanzung, den Lebens-Erscheinungen im allgemeinen und ihren Bedingungen, und schliesslich nicht am wenigsten der Bedeutung der mikroskopischen Wesen im Haushalt der Natur, ein eingehendes, gründliches und bewusstes Studium zum Theil. So erreichte nicht nur die Morphologie, sondern auch die Biologie der Infusorien, und der ihnen verwandten kleinen Organismen eine früher ungekannte und ungeahnte Höhe.

Obgleich nun auch jede Unter-Abtheilung des grossen Gebietes sich solch einer regen Theilnahme zu erfreuen hatte, so gab es dennoch einen Theil, welcher mehr wie alle andere — und mit Hinsicht auf seine eminente praktische Bedeutung mit vollem Rechte — das lebhafteste Interesse der Gelehrten und der ganzen Laienwelt in Anspruch nahen. Brauche ich die Bacteriologie zu nennen? Die Bedeutung dieses jüngsten Zweiges des Studiums der

mikroskopischen Wesen sowohl in theoretischer wie in praktischer Hinsicht ist allgemein anerkannt. Die Geschichte des menschlichen Wissens hat nur wenig Beispiele solcher riesenhafter Fortschritte aufzuweisen, wie hier in wenig Jahren gemacht worden sind, und in gewissem Sinne ist man volkommen berechtigt das letzte Dezennium als die Periode der Bacteriologie zu bezeichnen.

Unter diesen Umständen schien es im höchsten Maasse wünschenswerth und geboten, die goldene LEEUWENHOEK-Medaille dieses Mal einem Forscher zuzuweisen, welcher sich speciell auch auf dem Gehiete der Bacteriologie ganz aussergewöhnliche Verdienste erworben hatte.

Als man dann weiter überlegte, dass man am meisten im Geiste der Stiftung handelte, wenn man dem Andenken des einzigen LEEUWENHOEK getreu insbesondere auf die naturhistorische Bedeutung der vorliegenden Arbeiten und Untersuchungen das Hauptgewicht legte, und den Forscher auszeichnete, welcher durch die glänzenden Erfolge seines vielseitigen Strebens, und seines unermüdlichen Eifers im Gebrauch des Mikroskops uns am meisten das Bild unseres grossen Landgenossen wieder vor Augen führte — da war auch die Entscheidung getroffen, und die hohe Auszeichnung wurde einstimmig Ihnen, hochvererhrter Herr COHN, zugewiesen!

Bacteriologe ersten Ranges, haben Sie, seit mehr wie dreissig Jahren, Arbeiten von bleibenden Verdiensten auf jedem Gebiete des Studiums der mikroskopischen Organismen geliefert. Nach EHRENBERG's Tod giebt es keinen Forscher, welcher Ihnen in Vielseitigkeit auf diesem Gebiet gleich kommt, keinen, welcher Sie in Tüchtigkeit und Originalität übertrifft. Die wunderbare Welt, welche LEEUWENHOEK mit Staunen im Tropfen Regenwasser entdeckte, die Welt der Rotatorien, Infusiorien, Flagellaten, Rhizopoden, Amoeben, Diatomaceen, Desmidiaceen, Confervoideen, Schwämme u. s. w. hat Ihnen viele früher nie gekannte Geheimnisse anvertraut. In Ihren Beiträgen »*zur Biologie der Pflanzen*" haben Sie zahlreiche Geheimnisse der kleinsten lebenden Wesen, der Bacterien, entschleiert, und die von Ihnen über

Bacterien gelieferten oder unter Ihrer Leitung angestellten Arbeiten sind bis jetzt die reichste Quelle unseres Wissens auf diesem Gebiet. Sie haben es verstanden, durch sorgfältige, öfters wiederholte Beobachtungen, an der Hand einer klaren Kritik. Ordnung zu schaffen in dem scheinbaren Chaos der Formen, und in der bis dahin ganz verwirrten Terminologie. Sie haben zu gleicher Zeit durch höchst wichtige Experimente und Betrachtungen die Lebensweise, die chemischen Lebensbedingungen, die Fermentwirkung der Bacterien, ihre Veränderungen unter dem Einfluss von Wärme und Kälte auf meisterhafte Weise dargestellt. Die Morphologie sowie die Entwicklungs-Geschichte der Spaltpilze sind Ihnen zum grössten Dank verpflichtet, und die allgemeine Biologie erwähnt mit dankbarer Anerkennuug Ihre schöne fundamentale Entdeckung der Dauersporen in 1875. Als Sie das aussergewöhnliche Widerstands-Vermögen dieser Dauersporen gegen extreme Temperaturen, gegen Austrocknen u. s. w. darstellten, haben Sie am meisten von allen Forschern der Neuzeit dazu beigetragen, die berühmte Streitfrage über das Bestehen einer Abiogenesis oder Generatio spontanea zur Lösung zu bringen. Und es ist gewiss ein wunderbares Zusammentreffen, dass gerade ein Jahrhundert nach dem Erscheinen von LAZARO SPALLANZANI's berühmten: *Expériences pour servir à l'histoire de la génération*, der Forscher gekrönt wird, welcher die schlagendsten Beweise für die Richtigkeit der SPALLANZANI'schen Auffassung in unserer Zeit gebracht hat. Praktisch wichtiger vielleicht noch war das Licht, welches Ihre Untersuchungen über Bacterien auf die Aetiologie der Infektions-Krankheiten warfen. In unmittelbarem Anschluss an Ihre so eben erwähnten Arbeiten erschien doch, unter Ihrem Aegide, die bald classisch gewordene Untersuchung ROBERT KOCH's über die Aetiologie des Milzbrandes, die erste hell leuchtende Fackel auf einem Gebiete, auf welchem Medizin und Hygiene schon lange sehnsuchtsvoll nach der Verscheuchung der alten dogmatischen und mystischen Nebel aussahen.

Und wenn schon Ihre im letzten Dezennium und bereits früher veröffentlichen bacteriologischen Studien Ihnen alle

Ansprüche auf die goldene LEEUWENHOEK-Medaille geben, diese Ansprüche werden noch vergrössert durch die vielen höchst werthvollen und dauernden Aufschlüsse, welche Sie über das Leben und Wesen auch so vieler anderer Mikroorganismen gebracht haben! Es hiesse Ihrer Bescheidenheit zu nahe treten, wenn ich sie alle hier erwähnen wollte. Nur zwei davon darf ich nicht mit Stillschweigen übergehen. Es sind Ihre classischen, höchst wissenschaftlichen, sich eng an LEEUWENHOEK's Forschungen anschliessenden Arbeiten über Volvox Globator und Protococcus. Sie haben zum ersten Male erkannt, wie der Volvox, eine der sonderbarsten lebenden Formen, welche seit ihrer Entdeckung bald zu den Pflanzen, bald wie von LEEUWENHOEK zu den Thieren gerechnet wurde, welche einmal als eine Colonie selbstständiger Organismen, ein anderes Mal als ein vielzelliges Individuum betrachtet wurde, wie der Volvox sich durch ein abwechselndes Vorkommen einer geschlechtslosen und einer höchst complicirten sexuellen Fortpflanzung unterscheidet, und so einen bis dahin undurchdringbaren Schleier der Generations-Geschichte gelüftet. In Ihrer Arbeit über Protococcus — die bekannte einzellige Form, welche den blutenden Schnee verursacht, und auf der Grenze zwischen Thier-Reich und Pflanzen-Reich stehend, in so hohem Masse das Interesse aller Biologen beansprucht — haben Sie zum ersten Mal auf Grund mikrochemischer und anderweitiger mikroskopischen Beobachtungen die seither allgemein anerkannte Uebereinstimmung des thierischen und pflanzlichen Protoplasma's ausgesprochen und bewiesen, und so eines der wesentlichsten Fundamente zum Aufbau der allgemeinen Biologie gelegt.

Ihre Verdienste um das Studium der mikroskopischen Organismen sind so allgemein anerkannt, dass wir uns durch Ihre Gegenwart in unserer Mitte im hohen Masse geehrt fühlen, und uns glücklich achten, Ihnen die goldene LEEUWENHOEK-Medaille zuweisen zu können. Dabei schenken Sie uns die Gelegenheit, eine Pflicht der tiefsten und innigsten Dankbarkeit zu erfüllen. Denn, wenn die ganze wissenschaftliche Welt Ihre vortreffliche Leistungen auf dem

Gebiete der Wissenschaft mit der grössten Anerkennung rühmt, wir Niederländer zollen Ihnen besondern Dank für den lebhaften Enthusiasmus, mit welchem sie die wissenschaftliche Welt zur feierlichen Verehrung des Andenkens unseres grossen Landgenossen LEEUWENHOEK aufgefordert haben. Ich kann doch nicht unterlassen, es noch einmal hier auszusprechen, dasz Sie es waren, hochverehrter und hochgefeierter Herr COHN, welcher im Jahre 1872 zuerst die Aufmerksamkeit der Gelehrten Europa's auf das in 1875 zu begehende 200 jährige Jubilaeum »eines der glänzendsten und unvergänglichsten Entwicklungsmomente des menschlichen Wissens" gelenkt haben, und dass wir Ihnen den ersten und den kräftigsten Anstoss zur LEEUWENHOEK-Feier und zur Stiftung der Medaille verdanken.

Es ist ein erhabenes Gefühl, dem Verdienste seine Krone aufsetzen zu können, aber wer dabei zu gleicher Zeit den lang gehegten Wunsch erfüllen kann, ein Zeugniss seiner tief gefühlten Dankbarkeit abzulegen, darf sich doppelt glücklich schätzen.

Und wenn ich zum Schlusse Sie, hochgefeierter Laureatus, hochverehrter Meister, zu der erworbenen Ehre beglückwünsche, so kann ich das nicht besser thun, als indem ich Sie mit den Worten begrüsse, mit welchen unser grosser Dichter CONSTANTIJN HUYGENS gerade vor 200 Jahren (in 1685) LEEUWENHOEK begrüsste, und welche also lauten: »Ich (Wir) werde(n) nicht müde Ihren unermüdlichen Fleiss zu bewundern in der Untersuchung von Natur-Geheimnissen, welche für so viele unserer Nachkommen ein klares Licht und ein Sporn sein wird, um stets tiefere und tiefere Wahrheiten aufzufinden"; und indem ich damit den herzlichsten Wunsch aller Ihrer Freunde, d. h. aller Naturforscher verknüpfe, dass es Ihnen, wie LEEUWENHOEK, gegeben sein möge, um bis in ein hohes Alter Ihre trefflichen Forschungen über mikroskopische Organismen fortzusetzen, zum Nutzen der Wissenschaft, zum Wohl der Menschheit, und getreu der Devise:

»In tenui labor, at tenuis non gloria."

ANTWOORD VAN

Prof. FERD. COHN

OP DE TOESPRAAK VAN **Prof. STOKVIS.**

Hochverehrter Herr Präsident, Hochgeehrte Versammlung!

Empfangen Sie meinen herzlichsten Dank fur die hohe Auszeichnung, für die kostbare Gabe, die ich soeben von Ihnen erhalten; Sie haben den Werth derselben noch erhöht durch die liebenswürdige Weise, in welcher mir dieselbe überreicht wurde. Den höchsten Werth aber lege ich darauf, dass die mir von Ihnen verliehene Medaille den Namen und das Bildniss des grossen Naturforschers trägt, mit dessen Arbeiten ich schon als Student durch meinen unvergesslichen Lehrer CHR. G. EHRENBERG in Berlin vertraut wurde, und dessen Bewunderung in mir gewachsen ist, je länger und je tiefer ich in die unsichtbare Welt einzudringen vermochte, welche *er* als der erste den Menschen aufgeschlossen hat.

In der That war ANTONY VAN LEEUWENHOEK ein würdiger Sohn jenes grossen Zeitalters, in welchem die *Niederlande* an die Spitze der gesammten Culturentwicklung traten, jenes Zeitalters, welches ich als das der *Befreiung* bezeichnen möchte, wie wir dem zunächst vorangegangenen den Namen der Wiedergeburt, der Renaissance zu geben pflegen. Denn damals wurde auf *niederländischem Boden* nach langen heldenmüthigen Kämpfen zum erstenmale die Befreiung erstritten, nicht blos für das eigene Volk, sondern für die ganze

Menschheit; nicht blos die Befreiung von der Fremdherrschaft, sondern auch die politische und die bürgerliche Freiheit, die Freiheit des religiösen Glaubens und der wissenschaftlichen Forschung. Und wie im Frühling nach der Ueberwindung des Winters mit einemmale unzählige Blüthen aus der Erde hervorspriessen, so erschienen auf dem Boden der befreiten Niederlande gleichzeitig eine solche Fülle hervorragender Männer, wie sie seit dem Verfall Griechenlands nur selten in einem so kleinen Lande vereinigt waren: grosse Staatsmänner und grosse Seehelden, grosse Kaufleute und grosse Künstler, grosse Denker, grosse Gelehrte und grosse Naturforscher. Es zeugt von der ungewöhnlichen Begabung LEEUWENHOEK's, dass es ihm gelang, in dieser glänzenden Epoche seinen Namen den Ersten seines Landes anzureihen, dass seine Zeitgenossen ihn als Entdecker einer neuen Welt den andern grossen Weltentdeckern, einem CHRISTOPHORUS COLUMBUS, einem CHRISTIAAN HUYGHENS an die Seite stellten, dass die berühmtesten Gelehrten mit ihm in Briefwechsel traten und mit Spannung seinen Forschungen folgten und dass selbst der Römische Kaiser bei seinem Besuch im Haag den bescheidenen Beschliesser der Schöppenstube von Delft zu sich beschied, um sich von ihm in die *arcana naturae* einweihen zu lassen.

Wenige Jahrzehnte vor LEEUWENHOEK waren in Holland die beiden Instrumente erfunden worden, die vor Allem dazu beigetragen haben, nicht blos den sinnlichen, sondern auch den geistigen Horizont der Menschheit über die engen Schranken, welche die Natur selbst gesetzt zu haben scheint, ins Unendliche zu erweitern: ich meine das *Mikroskop* und das *Teleskop*. Aber damals bestand noch nicht jene Theilung der Arbeit, welche heutzutage die Werkstatt des Mechanikers und Optikers von dem Laboratorium des Naturforschers scheidet; wer damals Entdeckungsreisen unternahm im Reiche des unendlich Fernen und des unendlich Kleinen, musste gewissermassen sein eigener Schiffsbauer, sein eigener Rheder sein. Und gleichwie CHRISTIAAN HUYGHENS erst dann neue Welten am Sternenhimmel zu entdecken vermochte, nachdem er selbst die Gläser seines Fernrohrs polirt und

zusammengestellt hatte, so musste auch der Entdecker der Welt im Wassertropfen sich selbst seine Mikroskoplinsen schleifen; und dass in dieser Kunst keiner der Zeitgenossen LEEUWENHOEK gleichkam, sicherte diesem gewissermassen den Alleinbesitz der neuen Welten, die er entdeckte. So kam es dass LEEUWENHOEK während seiner langen Laufbahn allein und fast ohne Mitarbeiter sich der Aufgabe unterziehen musste, seine Zeitgenossen nicht blos mit dem feinsten Bau der grösseren Thiere und Pflanzen, sondern ganz besonders auch mit jenen unzähligen mikroskopischen Thierchen und Pflänzchen bekannt zu machen, von deren Vorhandensein man bis dahin keine Ahnung gehabt hatte — und dass nach seinem Tode sich viele Jahrzehnte lang kein Nachfolger fand, der das begonnene Werk fortzusetzen im Stande war.

Was aber LEEUWENHOEK für alle Zeiten den Ruhm eines grossen Naturforschers sichert, ist, dass er sein Mikroskop nicht blos zur Augenbelustigung, zur Auffindung neuer kurioser Einzelheiten benutzte, sondern dass er dasselbe zu verwerthen suchte für die Lösung der grossen Fragen der allgemeinen Naturwissenschaft. Zu LEEUWENHOEK's Zeiten war es vor Allem die Frage von dem Ursprung des Lebens, welche die Naturphilosophen auf das lebhafteste beschäftigte; die Antwort, welche LEEUWENHOEK auf seine mikroskopischen Entdeckungen begründete: dass das Leben auf der Erde nicht von selbst entstehen könne, sondern dass es ausnahmslos hervorgehe aus Keimen, welche, bald schon mit blossem Auge, bald nur unter dem Mikroskop sichtbar, von Wesen gleicher Art hervorgebracht sind — diese Antwort hat erst durch die Forschungen der Neuzeit ihre endgültige Bestätigung gefunden. Seitdem haben wir erfahren, dass die Bedeutung der mikroskopischen Welt noch viel weiter reicht, als ihr erster Entdecker ahnen konnte. Vor einer Reihe von Jahren hat ein hochverdienter Forscher dieses Landes, P. HARTING, in einer überaus anregenden Schrift »*die Macht des Kleinsten in der Natur*" geschildert; wie viel grösser erscheint diese Macht uns heutzutage, seitdem wir wissen, dass die mikroskopischen Thiere und die mikroskopischen Pflanzen durch ihre Arbeitsleistungen sich an den grössten

Vorgängen betheiligen, auf denen der gesammte Naturhaushalt beruht, dass sie insbesondere in unser eigenes Wohl und Wehe bedeutungs- und oft verhängnissvoll eingreifen. Niemals besser als heutzutage verstehen wir den tiefsinnigen Spruch des alten PLINIUS:

»Rerum natura nusquam magis quam in minimis tota est".

So ist es LEEUWENHOEK gewesen, der das feste Fundament gelegt hat zu einem mächtigen Bau, an welchem Forscher aller Nationen seit zwei Jahrhunderten — und in der Gegenwart eifriger denn jemals — weiter arbeiten. Dass Sie, meine Herren, den sehr bescheidenen Antheil, welchen ich selbst an dieser Arbeit nehmen dürfte, heut in so ausgezeichneter Weise belohnt haben, dafür erlaube ich mir nochmals meinen innigsten Dank auszusprechen: Dank vor Allen Ihnen, *Herr Präsident*, der Sie durch den Glanz Ihres hochberühmten Namens dieser Feier eine besondere Weihe verliehen haben; Dank Ihrem *Ausschuss*, der mir die hohe Anerkennung zugesprochen, in dessen Mitte auch ich meinen verehrten Collegen ENGELMANN heut hier auf das lebhafteste vermisse; Dank Ihnen, Herr College OUDEMANS, der sie die Beschlüsse des Ausschusses in so liebenswürdiger Weise zur Ausführung gebracht; Dank auch Ihnen, Herr College STOKVIS, für die ebenso beredten als wohlwollenden, mich fast beschämenden Worte, mit denen Sie mich hier begrüssten; Dank *Ihnen Allen*, meine Herren, dass Sie mir einen Festtag bereitet haben, dessen Andenken in mir nicht verlöschen wird.

SPORENDONEMA TERRESTRE OUD.

EEN VOORBEELD VAN

ENDOGENE SPOREVORMING BIJ DE HYPHOMYCETEN.

DOOR

C. A. J. A. OUDEMANS.

(Voorgedragen in de Vergadering van 28 Februari 1885).

Tot de kenmerken der ware Schimmels of Hyphomyceten behoort o. a. dat hare sporen of conidiën niet *in* sporehouders, doch door de toppen van overeindstaande draden: dat is dus vrij, niet opgesloten, of, zooals men ook wel zegt, *exogeen* worden voortgebracht. Soms zijn die conidiën één-, soms twee- of meercellig; soms afzonderlijk, soms echter ook wel in meer of minder aanzienlijken getale bij elkander gezeten, of ook wel tot kortere of langere snoeren vereenigd. In het laatste geval zijn de verst van haar oorsprong verwijderde conidiën de oudste en de dichtst bij dien oorsprong gezetene de jongste, en is het verband tusschen de conidiën van denzelfden keten tot zulke geringe afmetingen teruggebracht, dat men het woord »afsnoeren" gebruikt om de gemakkelijkheid aan te duiden, waarmeê de op elkander volgende onderdeelen elkander loslaten. Zeer fraaie voorbeelden van conidiënketens vindt men bij de geslachten *Aspergillus*, *Sterigmatocystis*, *Penicillium*.

Het kan niemand ontgaan, dat de conidiën eigenlijk niet anders zijn dan de toppen der draden, welke haar tot steun verstrekken, maar, ter bereiking van het bij hunne vorming beoogde doel, door een tusschenschot of een tot volkomen

scheiding voerend proces van insnoering, van het lagere gedeelte afgesloten. Ter vermenigvuldiging voortgebracht, behoorden zij van de draden, wier beperkt leven zij niet mochten deelen, gescheiden te worden om des te beter eene zelfstandige toekomst te gemoet te gaan.

Men zou zich, en zeer zeker niet zonder reden, kunnen voorstellen, dat in die bevoorrechte toppen der Schimmeldraden eenig proces tot stand komt, gezeteld in het protoplasma, waardoor het taaier leven dier toppen veroorzaakt en hun vermogen om tot nieuwe planten op te wassen wordt voorbereid; en, verder voort redeneerend, de onderstelling kunnen wagen, dat zulk een top, na van den moederdraad afgebroken of afgevallen te zijn, eigenlijk uit twee onderdeelen: 1°. eene spore of een conidium, en 2°. een daarom heen liggend vlies — van den oorspronkelijken celwand afkomstig — bestaan moet. Uit het microscopisch onderzoek echter blijkt van zulk eene scheiding in twee bestanddeelen niets, en vandaar dan ook, dat zoowel de tegenwoordige als de vroegere mycologen zich nooit met de leer hebben kunnen vereenigen, alsof de sporen, aan opstaande Schimmeldraden te vinden, als zelfstandige korrels binnen die draden zouden worden voortgebracht.

Indien wij zeggen »nooit", begaan wij echter eene historische fout. Inderdaad maakte Desmazières omstreeks het jaar 1826 bekend, dat hem een geval van endogene sporevorming was voorgekomen, zoodat hij zich gerechtigd achtte voor de Schimmel, die het verschijnsel vertoonde, een nieuwen naam, en wel dien van *Sporendonema* te scheppen, in plaats van die van *Mucor*, *Aegerita*, *Oidium*, *Sepedonium*, waarmede de plant vroeger geslachtelijk werd aangeduid. Voluit werd deze onder den titel van *Sporendonema Casei* beschreven en in gedroogde exemplaren — zoo o. a. in de *Plantes Cryptogames du Nord de la France*, onder N°. 161 — verspreid. Men vindt ze namelijk niet anders dan op de korstige oppervlakte van kaas, die gedurende geruimen tijd in kelders bewaard werd. Zij vormt er helder-cinnaberroode weeke kussens op, die zich uiterst gemakkelijk tot microscopisch onderzoek leenen, en dan ook, na Desmazière's bekendma-

king, meer nog dan vroeger aan dat onderzoek werden onderworpen.

Desmazières gaf van zijne bevindingen in de volgende woorden verslag: »C'est d'après cet examen que j'ai créé le genre *Sporendonema*, et que j'ai reconnu que l'espèce unique qu'il renferme jusqu'à présent a pour caractère essentiel: des tubes ou filaments courts, simples ou rameux, continus, presque hyalins, dressés, groupés, d'un cent vingtième de millimètre de grosseur, contenant dans leur intérieur, et presque toujours dans toute leur étendue, de très-grosses sporules rougeâtres, arrondies, un peu inégales en diamêtre et souvent fort serrées et comprimées les unes contre les autres, mais placées bout à bout sur une seule ligne, de manière que les filaments paraissent comme pourvus de cloisons très-rapprochées". De schrijver vervolgt: »La sortie des sporules a lieu par le sommet des filaments qui, après la dissémination, deviennent tout-à-fait hyalins et un peu plus étroits. Quelquefois aussi les sporules sont mises en liberté par la destruction de la membrane excessivement mince qui constitue ces mêmes filaments".

De uitslag van Desmazière's onderzoekingen ten opzichte van de kaas-Schimmel, ondervonden geene tegenspraak vóór 1838. Toen echter verklaarde Corda in het tweede stuk zijner *Icones Fungorum* (pag. 8), dat hij met den Franschen mycoloog niet konde meêgaan, en dat door hem het verschijnsel der endogene sporevorming nooit was waargenomen bij de talrijke exemplaren van *Sporendonema Casei*, die met de meeste zorg door hem waren onderzocht. Hij verklaarde, nooit anders dan ketens van afgesnoerde sporen gezien te hebben, juist zooals ze door hem aan het geslacht *Torula* werden toegeschreven.

Het verdient nu echter opmerking, dat de afbeelding, door Corda bij zijn text gegeven (Plaat IX, fig. 36), in geenen deele overeenkomt met den bouw der *Sporendonema*-plant, zooals die in Desmazière's *Plantes du Nord de la France* te vinden is (Fig. 5 en 6), zoodat de gevolgtrekking niet te gewaagd is, dat beide Mycologen geenszins dezelfde, maar verschillende fungi onderzocht hebben, op

grond waarvan dan ook CORDA's *Torula Casei* niet als synoniem met DESMAZIÈRE's *Sporendonema Casei* mag worden aangenomen. Degeen, die deze opmerking maakte, was BERKELEY (*Ann. and Mag. of nat. History*, 2[d] Ser., V, 460) en ikzelf had de gelegenheid, mij van de juistheid daarvan te overtuigen.

Met de zooeven uitgesproken conclusie vervalt ook het gewicht, dat anders aan CORDA's onderzoek te hechten zoude zijn geweest. Aan den anderen kant echter mag uit de negatieve uitkomst van zijn onderzoek de juistheid van DESMAZIÈRE's gevolgtrekkingen nog geenszins worden afgeleid. BERKELEY wees in het zooeven aangehaalde tijdschrift, terzelfder plaats, op goede gronden aan, dat het geslacht *Sporendonema* geene reden van bestaan had en dat *Sporendonema Casei* naar het geslacht *Torula* moest worden overgebracht. Wegens het verschil tusschen de door DESMAZIÈRES aan den eenen en CORDA aan den anderen kant onderzochte en beschreven fungi, en doordien laatstgenoemde auteur den titel van *Torula Casei* reeds gebruikt had, moest een andere naam voor de typische *Sporendonema Casei* worden uitgedacht en werd door BERKELEY daarvoor die van *Torula Sporendonema* gekozen. Deze contradictio in terminis kan alleen van een plantenbeschrijvend, maar niet van een logisch standpunt worden goedgekeurd.

DESMAZIÈRE's fout had hierin bestaan, dat hij bij zijne *Sporendonema*-draden den rooden inhoud der leden, die sterk afstak bij de kleurlooze wanden, voor sporen gehouden, en de in werkelijkheid aanwezige tusschenschotten over het hoofd had gezien. Verder was zijne opvatting, alsof de toppen der *Sporendonema*-draden kleurloos werden door het naar buiten ontsnappen der vroeger daarbinnen opgesloten roode sporen, gebleken onjuist te wezen *), en konde het naar buiten komen der sporen op andere plaatsen van den draad evenmin geacht worden met de werkelijkheid overeen te

*) De kleurloosheid dier toppen moet enkel daaraan worden toegeschreven, dat er nog geene tusschenschotten gevormd, en nog geen gekleurd protoplasma werd voortgebracht

stemmen. Het bestaan van tusschenschotten en het afbreken van de draden ter hoogte dier tusschenschotten, bleek *Sporendonema* met *Torula* gemeen te hebben, en dienovereenkomstig kon er nu ook geene sprake meer wezen van sporen, in volle vrijheid in de draden van den onderzochten fungus opgesloten.

Onder de oudere auteurs, die de waarneming van DESMAZIÈRES voor goede munt opnamen, noemen wij, als een der meest beroemde, ELIAS FRIES. Deze ging zelfs zoo ver, ook de latere *Achlya prolifera*, eene Saprolegniacee, die echter toen ter tijde voor het eerst in korte termen beschreven was, onder het nieuwe geslacht op te nemen, en de reeds bekende *Torula epizoa* eveneens daarheen te verwijzen en met de naam van *Sporendonema Sebi* te bestempelen. Al deze foutieve bepalingen werden door latere mycologen, met betere instrumenten toegerust, verbeterd, maar daarmede was nu ook *Sporendonema* voor goed van de lijst der geslachten in het Rijk der *Fungi* afgevoerd.

Onder deze omstandigheden kan het geene verwondering wekken, dat ik hoogelijk verrast was, toen ik, eenige weken geleden, te midden van een runbed in eene der warme kassen van den Amsterdamschen hortus, kluitjes aarde vond, met een half wit, half bruinachtig draadnet bedekt, welks onderdeelen, bij een nauwkeurig onderzoek, mij bleken aan de hoofdvereischten van het vroeger door DESMAZIÈRES gevormde, doch door lateren weder aan de vergetelheid prijsgegeven geslacht *Sporendonema* te voldoen.

Voornoemd draadnet bestond (Fig. 1) uit ten deele kruipende, ten deele overeindstaande, kleurlooze, onregelmatig vertakte draden, waarvan gene, zooals gewoonlijk, het vegetatieve gedeelte of het mycelium, deze het generatieve gedeelte vertegenwoordigen. Beiden waren meest met uiterst fijne naaldjes van eenig kalkzout (geene koolzure kalk) bezet. In de kruipende draden vond ik tusschenschotten, doch in de overeindstaande niet. Nu echter bleek het dat deze laatsten, met de sporevorming belast, deze sporen niet aan hunne toppen of ter zijde aan armpjes droegen, ook niet afzonderlijk afsnoerden of in ketens voortbrachten, maar

wel degelijk in hun binnenste tot ontwikkeling deden komen. Op regelmatige afstanden (Fig. 2), werden kleurlooze dichtere partijen — propjes gecondenseerd protoplasma — aangelegd, die langzamerhand eene bruine tint aannamen, en dan tevens de beide platte vlakken, waardoor zij aanvankelijk aan hare beide polen begrensd werden (Fig. 2[a]), eene zekere afronding deden ondergaan (Fig. 2[b]), ten gevolge waarvan ten laatste de eenigermate uitgerekt ovale vorm (Fig. 3) bereikt werd. De wand der rijpe sporen vond ik tamelijk dik.

Bijzonder merkwaardig was het verder, dat de tusschenruimten tusschen de verschillende sporen niet alleen ledig en dus ook kleurloos en doorschijnend bleven, maar ten laatste, juist in het midden, door eene cirkelsnede getroffen werden (Fig. 3), ten gevolge waarvan de draden in stukjes uiteenvielen (Fig. 4), die elk afzonderlijk een sporehoudend gedeelte in hun midden, en twee korte buisvormige aanhangselen te zien gaven. In ons geval kon er dus aan de endogene vorming der sporen niet langer getwijfeld worden, en bestond er grond, het geslacht *Sporendonema* opnieuw in de wetenschap in te voeren en de waargenomen soort *Sporendonema terrestre* te noemen.

De vraag, of er op de plaats der cirkelsneden geen tusschenschot te zien is, moet ontkennend beantwoord worden. Ook tusschen de sporen en hare buisvormige aanhangselen is geen spoor van tusschenschotten te zien.

Alvorens te eindigen, zij het mij vergund in herinnering te brengen, dat het vormen van sporen binnen de draden bij sommige Hyphomyceten vroeger ook wel werd opgemerkt, maar dat het verschijnsel zich dan steeds tot de liggende draden of het mycelium bepaalde. Men beschouwde die voor kieming vatbare lichamen — niet het minst om hun van het gewone voorkomen der ware sporen afwijkenden vorm — dan ook minder als sporen, dan wel als eene soort van broedknoppen, en zag ze nooit in vrijheid komen, tenzij de wanden van den draad, waarin zij werden voortgebracht, te niet waren gegaan. Deze vorming mag met de door ons waargenomene natuurlijk niet op gelijke lijn

gesteld worden en doet dus geene afbreuk aan de zeldzaamheid van het door ons waargenomen verschijnsel.

Verder doen wij opmerken, dat onze fungus tot dezulken behoort, welke op de grens staan tusschen de wit- en zwart-Schimmels — de »white" en »black Moulds" der Engelschen; de Mucedineae en Dematiei der latijn schrijvende Mycologen — of m. a. w. die de kleurlooze draden der eerste met de donker gekleurde sporen der tweede groep in zich vereenigen. Het gebruik echter wil, dat men zulke vormen onder de Mucedineae of wit-Schimmels te boek stelt.

Dat de naam van conidiën, die uitsluitend voor exogene kiemkorrels past, voor de endogene van ons *Sporendonema terrestre* niet gebruikt kan worden, ligt voor de hand. Er bestaat geene reden, meenen wij, om den naam van sporen aan deze voortbrengselen te weigeren. Ook in dit opzicht dus houdt onze fungus het midden tusschen twee uiteenwijkende groepen van fungi, doch nu tusschen eene lagere groep, waarmede zij den weinig samengestelden bouw gemeen heeft, en eene hoogere, wier saamgesteldere vormen zich tevens door den aanleg van endogene sporen onderscheiden.

Van den hoogeren fungus, tot welken onze Draadschimmel in genetisch verband zou kunnen staan, weten wij niets. Het is echter juist om reden, dat de kennis van dit verband voor een buitengewoon groot aantal Schimmels (de Dematiei daaronder begrepen) tot hiertoe in het duister ligt, dat wij de opvatting van hen, die meenen, dat die Fungi nu ook in geen systeem behooren te worden opgenomen, niet kunnen beamen. Deze handeling voert namelijk tot het veronachtzamen der meestentijds zeer fraaie, en in elk geval zeer belangrijke vormen, die er toe behooren, en dus tot een achteruitgang onzer kennis van deze planten, dien zij niet verdienen. Men kan buitendien, in navolging van FUCKEL, aan de reeks der Fungi perfecti eene reeks van Fungi imperfecti overstellen, en zoodoende de beide opvattingen met elkander verzoenen.

Het ontstaan van cirkelsneden aan de vruchtbare takken van onzen fungus, behoort eveneens tot zijne merkwaardige eigenschappen Dit verschijnsel komt betrekkelijk zelden voor.

Onder de Algen werd het opgemerkt bij de Oedogoniaceeën en onder de allerlaagste organismen bij *Bacillus subtilis* (onder de Schizomyceten) en bij de Mucorineeën. Bij de Hyphomyceten was er tot hiertoe geen geval van waargenomen

De diagnose van onzen fungus behoort na al het voorgaande te luiden:

Sporendonema terrestre OUD. — Mycelio in terra humosa repente albo, articulato, ramoso; hyphis fertilibus erectis, ramosis, continuis. Sporis endogenis, a se invicem remotis, ex hypharum fertilium protoplasmate ortis, primitus achromis, utrimque planis, postremo fuscis, utrimque rotundatis, manicatis, i. e. tubulo membranaceo brevi, achromo, ex hypharum interstitiis vacuis circumcisione orto ornatis. Longit. sporarum 7 μ, latitudo earum $2^1/_3$ μ, absque appendiculis maniciformibus.

VERKLARING DER PLAAT.

Fig. 1. Plantje van *Sporendonema terrestre* OUD. (vergroot; schematisch).

" 2ᵃ. Gedeelte van een opstaanden draad, met beginnende sporevorming; toppen der kleurlooze protoplasmaklompjes afgeknot.

" 2ᵇ. Gedeelte van een opstaanden draad, met lichtbruine sporen, wier toppen reeds zijn afgerond.

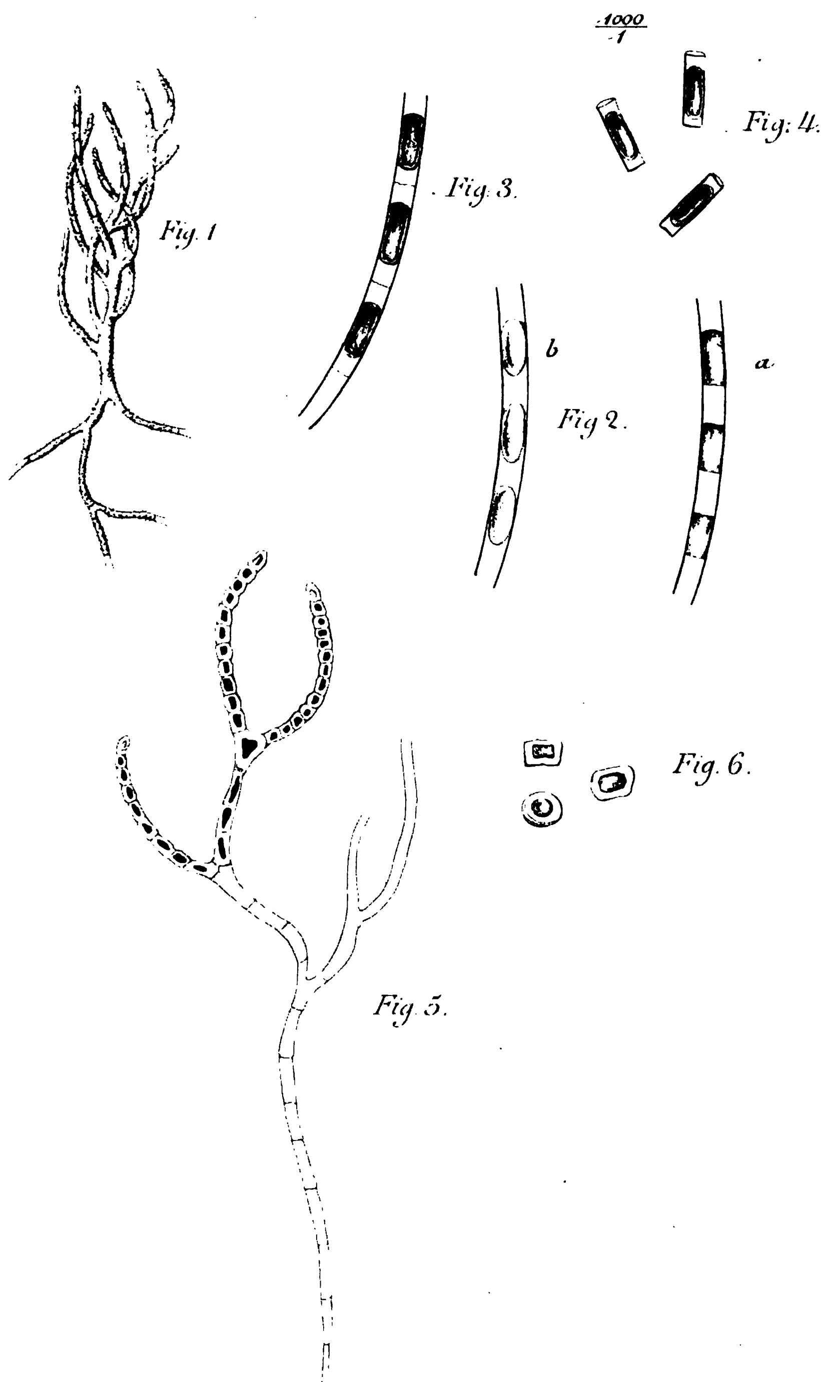
" 3. Opstaande draad met geëindigde sporevorming.

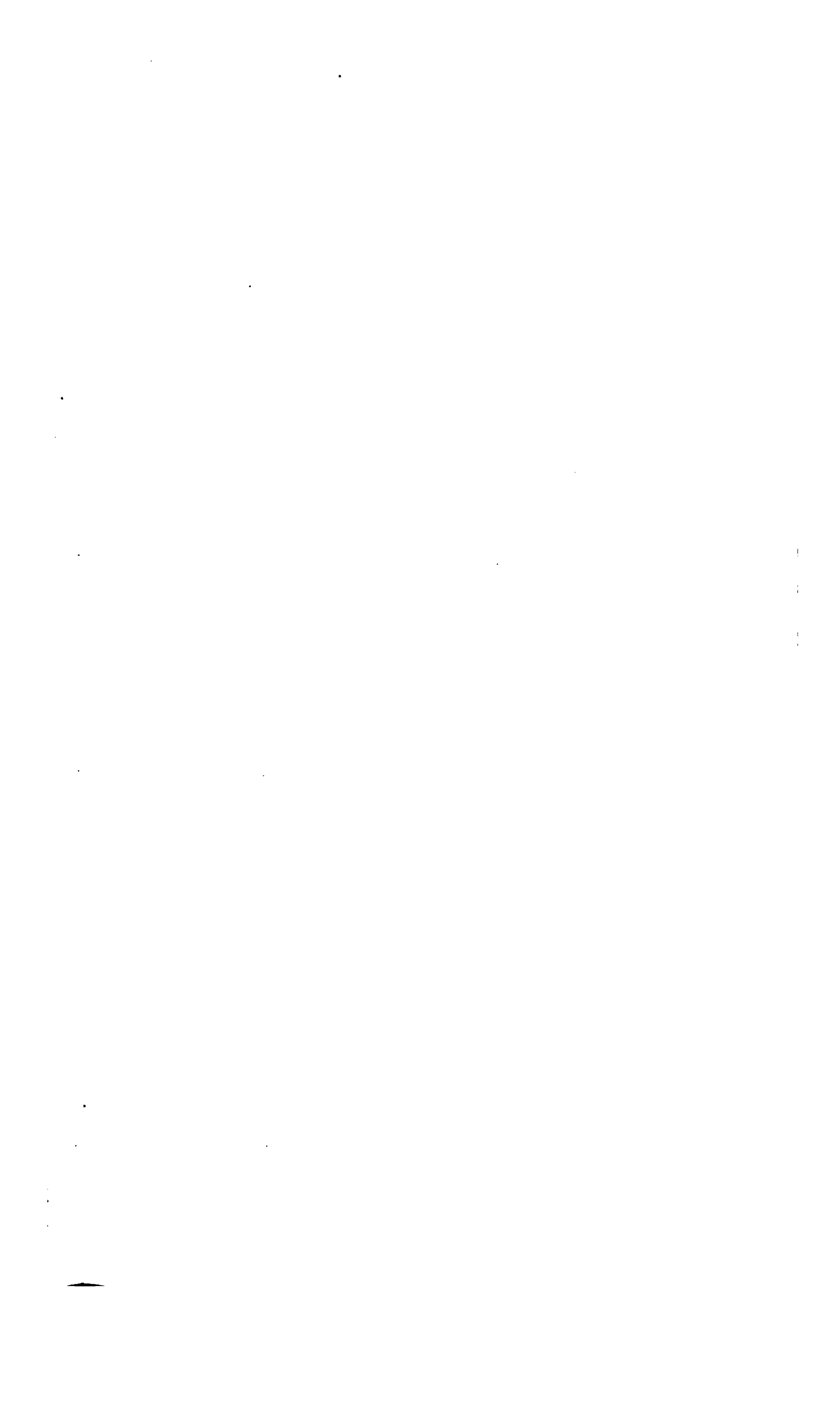
" 4. Afzonderlijke rijpe sporen.

" 5. Vruchtbare tak van Sporendonema Casei DESM.

" 6. Afzonderlijke sporen van dezelfde.

Amsterdam, Februari 1885.


1000/1
Fig: 4.
Fig. 3.
Fig. 1
b
a
Fig 2.
Fig. 6.
Fig. 5.



PROCES-VERBAAL

VAN DE

GEWONE VERGADERING DER AFDEELING NATUURKUNDE,

op Zaterdag 31 October 1885.

Tegenwoordig de Heeren: BUYS BALLOT, Voorzitter, GRINWIS, KORTEWEG, GUNNING, A. C. OUDEMANS JR., RAUWENHOFF, PLACE, STOKVIS, KAMERLINGH ONNES, VAN DER WAALS, LORENTZ, VAN RIEMSDIJK, BRUTEL DE LA RIVIÈRE, MICHAËLIS, MULDER, FRANCHIMONT, DE VRIES, BEIJERINCK, ZAAIJER, HOFFMANN, SURINGAR, HOEK, BIERENS DE HAAN, VAN DIESEN, BOSSCHA, J. A. C. OUDEMANS, SCHOLS, VAN DE SANDE BAKHUYZEN, DONDERS, MAC GILLAVRY, ZEEMAN, VAN BEMMELEN, RIJKE, VAN 'T HOFF, BEHRENS, HUBRECHT, en C. A. J. A. OUDEMANS, Secretaris.

— Het Proces-Verbaal der vorige zitting wordt gelezen en goedgekeurd.

— Worden gelezen brieven van dankzegging voor ontvangen werken der Akademie van:

1°. M. BERTHELOT, te Parijs, 1885; 2°. den Secretaris der Société zoologique de France te Parijs, 1885; 3°. F. KRAUSS, Bibliothecaris van het Verein für vaterländische Naturkunde in Württemberg, te Stuttgart, 20 Juni 1885; 4°. TH. STECK, Bibliothecaris der naturforschende Gesellschaft te Bern, 1885; 5°. E. R. KOCH, Bibliothecaris der allgemeine schweizerische Gesellschaft te Bern, 26 Mei 1885; aangenomen voor bericht.

— Voorts Brieven ten geleide van boekgeschenken van de navolgenden:

1°. het Ministerie van Binnenlandsche Zaken te 's Gravenhage, 6 October 1885; 2°. het Ministerie van Buitenlandsche Zaken te 's Gravenhage, 23 October 1885; 3°. G. C. W. Bohnensieg, Conservator van Teyler's Stichting te Haarlem, 1885; 4°. Saint Lager, Secretaris der Académie des Sciences, belles Lettres et Arts te Lyon, 30 Juli 1885; 5°. W. H. M. Christie, Directeur van het royal Observatory te Greenwich, 5 September 1885; 6°. Th. Steck, Bibliothecaris der naturforschende Gesellschaft te Bern, Juli 1885; 7°. E. R. Koch, Bibliothecaris der schweizerische Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften te Bern, Juli 1885; 8°. R. Thalen, Secretaris der Société royale des Sciences te Upsala, 1 Augustus 1885; 9°. J. C. Pilling, Directeur der U. S. geological Survey te Washington, 10 Mei, 29 Juni, 18 Juli, 11 Augustus 1885; 10°. D. Muray, Secretaris der New-York State Library te Albany, 5 Mei 1885; waarop het gewone besluit valt van schriftelijke dankbetuiging en plaatsing in de boekerij.

— Tot de ingekomen stukken behoort verder een brief van Mevr. de Wed. Heynsius- du Rieu (6 Oct. 1885), waarin der Afdeeling kennis wordt gegeven van het overlijden van haar echtgenoot, wijlen Dr. A. Heynsius, Hoogleeraar te Leiden, lid der Akademie. Dit geeft den Voorzitter aanleiding, in eenige waardeerende woorden de diensten te herinneren, door Heynsius aan de wetenschap, de Leidsche Universiteit en der Akademie bewezen, en hem te schetsen als een bekwaam en scherpzinnig onderzoeker en uitnemend docent. Met diep leedwezen werd het heengaan van den krachtigen man, op een betrekkelijk niet zeer gevorderden leeftijd, door allen vernomen; de herinnering aan hem en aan hetgeen hij wrochtte, zal echter niet spoedig worden uitgedoofd.

— De Heer Behrens leest het levensbericht van wijlen Dr. Vogelsang, Hoogleeraar aan de Polytechnische School

te Delft, overleden 6 Juni 1874, en biedt dit aan voor het eerstvolgend jaarverslag.

— De Heer SCHOLS spreekt »Over eene aequivalente projectie met minimum-afwijking voor een cirkelvormig terrein van geringe uitgebreidheid" en biedt een opstel over dit onderwerp aan voor de Verslagen en Mededeelingen.

— De Heer VAN BEMMELEN houdt eene voordracht »Over de samenstelling en het voorkomen der zure gronden in het Nederlandsch diluvium." In aansluiting met een vroeger door hem daaromtrent verricht onderzoek, herinnert de spreker, dat de verwijderde oorzaak van het zuur worden van gronden toen reeds in de aanwezigheid van ferro-sulfaat (ijzervitriool) door hem gezocht werd. Thans gaat hij de omstandigheden na, waaronder voornoemd zout uit het zeewater, dat vroeger deze gronden aan het oog onttrok, ontstaan is, en hoe daaruit, onder den invloed van den plantengroei, van organische stoffen en van lage organismen, pyriet (zwavelijzer) werd voortgebracht. Dit pyriet, op bepaalde plaatsen opgehoopt, kan onder veranderde omstandigheden in basisch ferro-sulfaat overgaan; eene stof, waardoor de onvruchtbaarheid van den bodem bepaald wordt. Eene vraag van den Heer DE VRIES wordt door den spreker beantwoord.

— Verder deelt de Heer VAN BEMMELEN het volgende mede:

In de Vergadering van den 27sten December 1884 vermeldde ik de uitkomsten van Dr. BAKHUIS ROOZEBOOM omtrent de dissociatiespanning van het Broomwaterstof-hydraat. Het bleek toen, dat een onderzoek naar de sterkte van de oplossing aan broomwaterstofgas wenschelijk was, vooral van het punt af, waar deze oplossing dezelfde zamenstelling heeft bereikt als het hydraat ($HBr.2H_2O$). De Heer BAKHUIS ROOZEBOOM heeft zich sedert met dat onderzoek bezig gehouden en de volgende uitkomsten verkregen.

Neemt men het beloop der kromme lijn, die de betrek-

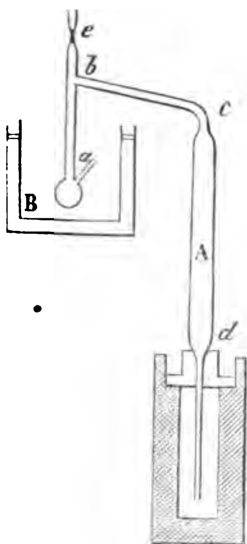
king tusschen temperatuur en dissociatiespanning graphisch voorstelt, in het oog, dan komt men tot het besluit, dat de sterkte der oplossing na het bovengenoemde punt moet toenemen, voor punten liggende op den teruggaanden tak, omdat de druk toe- en de temperatuur afneemt. Doch onzeker bleef het, of zulks nog het geval is, zoodra de kromme lijn haren normalen loop herneemt.

De sterkte der oplossing werd bepaald bij drukkingen van één tot acht athmospheeren, dus tot nabij den druk bij welke het broomwaterstofgas vloeibaar wordt.

Tot een druk van $2^1/_2$ athm. werd die bepaling verricht door bij de vereischte temperatuur het gas te leiden door water, terwijl de vereischte druk door eene kwikkolom geregeld werd. Het gas moest door deze kwikkolom heengaan vóór het kon uittreden. De sluiting der verbindingsplaatsen in den toestel kon bij drukkingen van 1 tot $2^1/_2$ athm. verkregen worden door met metaaldraad omwonden caoutchoukbuisjes. De U-vormige buis, waarin de verzadigde oplossing van Br H bereid was, moest daarna afgesmolten en gewogen worden, om de bepaling der hoeveelheid Br H mogelijk te maken. Dit gelukte door gebruikmaking van eene kunstgreep, vroeger door Hannay aangegeven. In elk der beide armen van de U-buis waren twee capillaire vernauwingen aangebracht, en een propje paraffine ter zijde boven de benedenste vernauwing vastgekleefd. Nadat de verzadiging bij den vereischten druk en de vereischte temperatuur was verkregen, werd door zijdelingsche verhitting der buis het eene propje gesmolten, zoodat het in de vernauwing vloeide en deze afsloot, vervolgens het andere propje; op hetzelfde oogenblik werd snel de verbinding met den aanvoer- en afvoertoestel verbroken, en de U-buis bij de bovenste vernauwingen afgesmolten, vervolgens gewogen en geanalyseerd.

Voor drukkingen bij 3 athm. en daarboven was dit hulpmiddel niet meer voldoende. Er bleef dus niets anders over dan eene bekende hoeveelheid water in het absorbtiebuisje te brengen, en het aantal cc. gas te meten, hetwelk daarin bij de vereischte temperutuur en druk werd opgenomen.

De volgende toestel werd gebezigd:



De buret A was in $^1/_{10}$ cc. verdeeld. Zij werd bevestigd in de buis van CAILLETET's pomp, en is door *bc* verbonden met de buis *ab* en den bol B, in welken laatsten de opslurping van het gas plaats vond. Hiertoe werd door *a* in B een bekend gewicht aan water gebracht, en vervolgens *a* afgesmolten.

Dit inbrengen werd verricht met behulp van eene capillaire buis, waaruit eene tennaastebij bekende hoeveelheid water, door middel van eene kleine caoutchoukballon, werd uitgedreven. Door terugwegen van het glazen toestelletje, werd het gewicht van het water tot op ± $^1/_{10}$ mgr. nauwkeurig bepaald. De hoeveelheid water bedroeg in twee reeksen van proefnemingen 54.0 en 72.1 mgr.

Dit water werd eerst door ingevoerd H Br gas in vast hydraat veranderd, en voorts de geheele toestel met droog H Br gevuld tot *d*, waartoe het kwik, vooraf tot *b* opgepompt, langzaam werd afgelaten tot *d*. Daarna werd afgesmolten bij *e*, en, nadat de kristallen gesmolten waren, B in een bad van de vereischte temperatuur gesteld. De vereischte druk werd met de pomp ingesteld, en met een gesloten manometer, die aan den toestel bevestigd was, gemeten. De manometer was door den Heer BAKHUIS ROOZEBOOM zelven verdeeld en gecontroleerd. Nadat alle opslurping van gas had opgehouden, werd de kwikstand in A afgelezen. Aangezien nu vooraf bepaald was, welk volumen dezelfde hoeveelheid gas onder juist dezelfde omstandigheden van druk en temperatuur (in denzelfden toestel) innam, zoo kon uit het verschil der beide metingen de hoeveelheid gas berekend worden, die in de vloeistof opgenomen was boven de hoeveelheid, welke beantwoordde aan de formule $HBr\,2\,H_2O$.

De volgende cijfers werden verkregen:

STERKTE DER VERZADIGDE OPLOSSING VAN BROOMWATERSTOF
Deelen H Br. op 1 d. water.

Temp.	Druk.	1ste methode.	2de Methode. 1ste reeks waarnemingen.	2de reeks waarnemingen.
— 12.6	$1^1/_2$ Athm.	2.48		
— 14.	2 »	2.63	2.60	
— 15.5	$2^1/_2$ »	2.76	2.73	2.74
— 14.	3 »		2.79	2.81
— 11.	4 »		2.89	
— 8.7	5 »		2.99	3.02
— 7.2	6 »		3.10	
— 5.8	7 »		3.20	3.30
— 4.7	8 »			3.43

Het is alzoo overtuigend gebleken, dat ook voor dat gedeelte der kromme lijn, waar zij haren loop herneemt, de oplossing in sterkte toeneemt, en dat deze vermeerdering vrij sterk is. De invloed der drukverhooging is grooter dan de tegenovergestelde invloed der temperatuursverhooging.

— De Heer C. A. J. A. OUDEMANS biedt voor de Verslagen en Mededeelingen aan een opstel, getiteld: »Contributions à la flore mycologique de Nowaja Semlja" en deelt mede, dat de fungi, daarin beschreven, gevonden werden op onderscheidene Phanerogamen, door Prof. M. WEBER in Aug. 1881 van een bezoek aan Nowaja Semlja meêgebracht, toen hij deel uitmaakte van de bemanning van de *Willem Barents*.

— Voor de boekerij der Akademie worden aangeboden:

door den Heer VAN RIEMSDIJK, uit naam van den Heer Dr. J. LORIÉ: Contributions à la géologie des Pays-Bas; door den Heer BIERENS DE HAAN, uit naam van den Hoogleeraar LE PAIGE te Luik: Correspondance de RENÉ FRANÇOIS DE SLUSE; door den Heer VAN DE SANDE BAKHUYZEN: Verslag van den staat der Sterrenwacht te Leiden, van 16 September 1884 tot 15 September 1885.

— Daar er verder niets te verhandelen is, wordt de Vergadering gesloten.

EENE EQUIVALENTE PROJECTIE MET MINIMUMAFWIJKING

VOOR EEN

CIRKELVORMIG TERREIN VAN GERINGE UITGEBREIDHEID.

DOOR

Ch. M. SCHOLS.



§ 1. Door den Heer TISSOT *) is op eenvoudige wijze aangetoond, dat het niet mogelijk is eene equivalente kaartprojectie te vinden voor het halfrond, waarbij de grootste verandering, die een hoek ondergaat, kleiner is dan bij de zenithale equivalente projectie. Dat bewijs is evenzeer van toepassing op een terrein van willekeurige grootte, dat door een cirkel begrensd wordt.

Is namelijk a de spherische straal van dien cirkel, R de straal van het bolvormig aardoppervlak, dan is de oppervlakte van het terrein:

$$4 \pi R^2 \sin^2 \frac{a}{2R},$$

Aangezien het terrein op de kaart dezelfde oppervlakte moet beslaan en de cirkel de eigenschap bezit bij een zelfden inhoud den kleinsten omtrek te hebben, zoo zal de omtrek

*) M. A. TISSOT, *Mémoire sur la représentation des surfaces et les projections des cartes géographiques* Paris 1881, p. 110.

van het terrein op de kaart minstens gelijk zijn aan den omtrek van den cirkel, die tot inhoud heeft de boven aangegeven oppervlakte van het terrein. De straal van dien cirkel is $2\,R\,sin\,\frac{a}{2\,R}$ en de omtrek $4\,\pi\,R\,sin\,\frac{a}{2\,R}$. Op het aardoppervlak is de omtrek van het terrein slechts:

$$2\,\pi\,R\,sin\,\frac{a}{R} = 4\,\pi\,R\,sin\,\frac{a}{2\,R}\,cos\,\frac{a}{2\,R}$$

waaruit volgt, dat de omtrek van het terrein eene vergrooting ondergaat, die minstens gelijk is aan:

$$\frac{1}{cos\,\frac{a}{2\,R}} = sec\,\frac{a}{2\,R}.$$

Bij eene dergelijke vergrooting behoort eene hoekverandering, die minstens gelijk is aan $2\,\omega$, waar ω berekend wordt uit:

$$2\,tang\,\omega = sin^2\,\frac{a}{2\,R}\,sec\,\frac{a}{2\,R}.$$

Hieruit blijkt dus, dat het niet mogelijk is eene equivalente projectie te vinden, waarin de hoekverandering kleiner is dan de berekende waarde $2\,\omega$. Bij de zenithale equivalente projectie is dat de grootste afwijking die voorkomt, zoodat door het bestaan van die projectie de mogelijkheid bewezen is, van eene projectie te vinden, waarin die minimum afwijking niet overschreden wordt.

Bij de voorstelling van het halfrond is $\frac{a}{R} = 90^0$ en dus $tang\,\omega = \frac{1}{4}\sqrt{2}$, waaruit volgt: $2\,\omega = 28^0\,56'\,33''$. Voor een terrein van geringe uitgebreidheid kan men de goniometrische lijnen in bovenstaande formule in reeksen ontwikkelen en de termen van hoogere orde daarin verwaarloozen, waaruit dan volgt: $2\,\omega = \frac{a^2}{4\,R^2}$; voor $a = 170000$ meter, dat is

voor den straal van den kleinsten cirkel, die om Nederland beschreven kan worden, vindt men hiervoor: $2\,\omega = 36''$.

§ 2. Blijkt het dus dat het niet mogelijk is eene equivalente projectie te vinden, waarin de grootste verandering der hoeken kleiner is dan bij de zenithale equivalente projectie, zoo is daardoor niet uitgesloten, dat er nog andere projectiën bestaan, waarbij het boven gevonden minimum in de afwijking niet overschreden wordt.

Het valt gemakkelijk na te gaan, dat eene projectie, wil ze in dat geval verkeeren, aan de volgende voorwaarden zal moeten voldoen:

1. De omtrek van het terrein moet in de kaart een cirkel zijn.

2. Deze cirkel moet zijn een lijn van gelijke vervorming.

3. In ieder punt van den cirkel moet de richting van de sterkste vergrooting raaklijn zijn aan den cirkel.

4. Voor geen enkel punt binnen den cirkel mag de grootste verandering der hoeken grooter zijn dan voor den omtrek.

In de hiervolgende bladzijden zal eene dergelijke projectie voor een terrein van geringe uitgebreidheid worden ontwikkeld en wel eene projectie waarbij, even als bij de projectie van Bonne en bij de kegelvormige projectie, de parallellen door cirkels worden voorgesteld.

Voor een terrein van geringe uitgebreidheid, wanneer daarvan eene kaart op groote schaal vervaardigd moet worden, biedt namelijk de equivalente zenithale projectie het bezwaar, dat daarbij geen rekening wordt gehouden met de afplatting der aarde en dat de formules voor het berekenen van de coördinaten van de punten door lengte en breedte gegeven, vrij ingewikkeld zijn. Wil men met de afplatting rekening houden, dan dient men eerst door equivalente overbrenging de punten van de spheroïde op den bol over te brengen alvorens die punten van den bol op het platte vlak te projecteeren, waardoor men geen zuivere zenithale projectie meer verkrijgt en men de bewerking nog ingewikkelder maakt. Bij eene projectie met cirkelvormige parallellen levert het in rekening brengen der afplatting even als bij

de projectie van BONNE en bij de kegelvormige projectie niet het minste bezwaar.

§ 3. Nemen wij het centrale punt als oorsprong van een rechthoekig coördinaten stelsel, waarvan de Y-as samenvalt met den meridiaan van dat punt, dan heeft men voor eene symetrische projectie met cirkelvormige parallellen:

$$X = (T - \sigma) \sin \alpha \qquad Y = T - (T - \sigma) \cos \alpha \quad . \; . \; (1)$$

waarin T eene constante namelijk de ordinaat van het gemeenschappelijk middelpunt der parallelcirkels, σ eene functie van de breedte φ, namelijk het stuk dat van de Y-as door den parallelcirkel wordt afgesneden, zoodat $T - \sigma$ den straal van den parallelcirkel in de kaart voorstelt, en α een hulphoek is, die afhangt, zoo wel van de breedte φ van het beschouwde punt als van zijne lengte λ, welke laatste geteld zal worden van den meridiaan van het centrale punt als eersten meridiaan.

Het komt er nu in de eerste plaats op aan de projectie tot eene equivalente projectie te maken, waartoe voldaan moet worden aan de voorwaarde:

$$\frac{dX}{d\lambda} \cdot \frac{dY}{d\varphi} - \frac{dX}{d\varphi} \cdot \frac{dY}{d\lambda} = Rr.$$

Door differentiatie van de vergelijkingen (1) vindt men:

$$\left.\begin{array}{ll} \dfrac{dX}{d\varphi} = -\sigma' \sin\alpha + (T-\sigma)\cos\alpha \dfrac{d\alpha}{d\varphi} & \dfrac{dX}{d\lambda} = (T-\sigma)\cos\alpha \dfrac{d\alpha}{d\lambda} \\ \dfrac{dY}{d\varphi} = \sigma' \cos\alpha + (T-\sigma)\sin\alpha \dfrac{d\alpha}{d\varphi} & \dfrac{dY}{d\lambda} = (T-\sigma)\sin\alpha \dfrac{d\alpha}{d\lambda} \end{array}\right\} . \; (2)$$

Substitueert men deze uitdrukkingen in bovenstaande voorwaarde, dan vindt men, na eene eenvoudige vervorming:

$$\frac{d\alpha}{d\lambda} = \frac{Rr}{\sigma' (T - \sigma)} \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (3)$$

waaruit door integratie volgt:

$$\alpha = \frac{Rr}{\sigma'(T-\sigma)}\,\lambda \, . \, . \, . \, . \, . \, . \, . \, . \, . \, . \quad (4)$$

Door differentiatie ten opzichte van φ volgt hieruit voor het differentiaal-quotiënt $\frac{d\alpha}{d\varphi}$ dat in (2) voorkomt:

$$\frac{d\alpha}{d\varphi} = \left[\frac{R'r}{\sigma'(T-\sigma)} - \frac{R^2 \sin\varphi}{\sigma'(T-\sigma)} - \frac{\sigma'' Rr}{\sigma'^2(T-\sigma)} + \frac{Rr}{(T-\sigma)^2}\right]\lambda$$

waarvoor wij kortheidshalve zullen schrijven:

$$\frac{d\alpha}{d\varphi} = A\,\frac{R}{T-\sigma}\,\lambda \, . \, . \, . \, . \, . \, . \, . \, . \, . \, . \quad (5)$$

en waarin dus A eene hulpgrootheid voorstelt, die gegeven wordt door:

$$A = \frac{R'r}{R\sigma'} - \frac{R\sin\varphi}{\sigma'} - \frac{\sigma'' r}{\sigma'^2} + \frac{r}{T-\sigma} \, . \, . \, . \quad (6)$$

§ 4. Door de voorwaarde van de equivalentie is de hulphoek α dus bepaalt, zoodat wij nog kunnen beschikken over de functie σ en de constante T om aan de in § 2 genoemde voorwaarden te voldoen. Hiertoe is het noodig de vervormingen der kaartprojectie na te gaan; deze nu worden bij eene equivalente projectie bepaald door de volgende formules:

$$4\,tang^2\,\omega = P + Q - 2 \, . \, . \, . \, . \, . \, . \, . \quad (7)$$

$$\left.\begin{aligned} T &= \sqrt{T^2 + \left(\frac{P-Q}{2}\right)^2}\,\sin 2B \\ \frac{P-Q}{2} &= \sqrt{T^2 + \left(\frac{P-Q}{2}\right)^2}\,\cos 2B \end{aligned}\right\} \, . \, . \, . \quad (8)$$

waarin ω de helft van de maximumverandering der hoeken aangeeft en B de hoek is, die de richting van de sterkste

vergrooting met de Y-as maakt; P, Q en T zijn drie grootheden, die afhangen van de differentiaal-quotiënten onder (2) opgegeven en wel:

$$P = \frac{1}{R^2}\left[\left(\frac{dX}{d\varphi}\right)^2 + \left(\frac{dY}{d\varphi}\right)^2\right]$$

$$Q = \frac{1}{r^2}\left[\left(\frac{dX}{d\lambda}\right)^2 + \left(\frac{dY}{d\lambda}\right)^2\right]$$

$$T = \frac{1}{Rr}\left[\frac{dX}{d\varphi}\cdot\frac{dX}{d\lambda} + \frac{dY}{d\varphi}\cdot\frac{dY}{d\lambda}\right].$$

Substitueeren wij hierin de in (2) gevonden uitdrukkingen en letten daarbij op de in (3) en (5) gevonden waarden van $\frac{d\alpha}{d\lambda}$ en $\frac{d\alpha}{d\varphi}$ dan vinden wij:

$$P = \left(\frac{\sigma'}{R}\right)^2 + A^2\lambda^2$$

$$Q = \left(\frac{R}{\sigma'}\right)^2$$

$$T = A\frac{R}{\sigma'}\lambda.$$

§ 5. De tot hiertoe ontwikkelde formules hebben allen betrekking op een terrein van willekeurige uitgebreidheid. Indien wij ons voor het vervolg tot een terrein van geringe uitgebreidheid bepalen, dan kunnen wij ons met eene benadering te vreden stellen en dan blijkt al aanstonds dat aan de eerste voorwaarde van § 2 altijd voldaan is, want een beperkt terrein van cirkelvormige gedaante zal zich altijd projecteeren als eene figuur die bij benadering een cirkel is.

Voor de grootste vervorming in een willekeurig punt van de kaart volgt uit (7):

$$(2\,tang\,\omega)^2 = A^2\lambda^2 + \left(\frac{\sigma'}{R}\right)^2 + \left(\frac{R}{\sigma'}\right)^2 - 2 = A^2\lambda^2 + \left(\frac{\sigma'}{R} - \frac{R}{\sigma'}\right)^2 \ldots (8)$$

welke uitdrukking wij zullen ontwikkelen volgens de machten van de lengte λ en van het breedte verschil $\beta = \varphi - \varphi_0$.

Bij die ontwikkeling dienen wij er op te letten dat het niet noodig is, dat in het centrale punt de afwijking nul wordt, dat het zelfs voordeelig kan zijn aldaar eene geringe afwijking te laten bestaan, mits die afwijking, wanneer wij ons van het centrale punt verwijderen niet toeneme. Stellen wij die afwijking voor het centrale punt $2\,\omega_0$, dan moet voor dat punt:

$$\frac{\sigma'}{R} - \frac{R}{\sigma'}$$

gelijk worden aan $2\,tang\,\omega_0$ en de eerste afgeleide daarvan gelijk nul. Hieruit volgt, indien alle grootheden, die op het centrale punt betrekking hebben, door den index nul worden aangeduidt:

$$\sigma_0' = R_0\,tang\,(45 + \tfrac{1}{2}\,\omega_0)$$

waarvoor wij kortheidshalve zullen schrijven:

$$\sigma_0' = p\,R_0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (9)$$

en waarin dus p de grootheid $tang\,(45 + \frac{1}{2}\,\omega_0)$ voorstelt, die slechts weinig van de eenheid afwijkt.

De eerste afgeleide van die zelfde grootheid ten opzichte van φ, dat is:

$$\frac{\sigma''}{R} - \frac{R'\sigma'}{R^2} + \frac{R\sigma''}{\sigma'^2} - \frac{R'}{\sigma'} = \left(\frac{\sigma''}{\sigma'} - \frac{R'}{R}\right)\left(\frac{\sigma'}{R} + \frac{R}{\sigma'}\right)$$

voor dat zelfde punt gelijk nul stellende, vinden wij:

$$\frac{\sigma_0''}{\sigma_0'} = \frac{R_0'}{R_0}$$

of:

$$\sigma_0'' = \frac{\sigma_0'}{R_0}\,R_0' = p\,R_0' \quad \ldots\ldots\ldots \quad (10)$$

Om dezelfde reden moet de waarde van A voor het cen-

trale punt nul worden; nemen wij daarbij in aanmerking dat $\sigma_0 = 0$ is, dan volgt uit (6) als wij op de betrekkingen (9) en (10) letten:

$$\frac{R'_0 r_0}{p\,R_0^2} - \frac{\sin\varphi_0}{p} - \frac{R'_0 r_0}{p\,R_0^2} + \frac{r_0}{T} = 0$$

of:

$$T - p\,\frac{r_0}{\sin\varphi_0} = p\,N_0\,cotang\,\varphi_0. \;.\;.\;.\;.\; (11)$$

Het differentiaal-quotiënt van A ten opzichte van φ is:

$$\frac{R'' r}{R\,\sigma'} - 2\,\frac{R'\sin\varphi}{\sigma'} - \frac{R'^2 r}{R^2\sigma'} - \frac{R' r\,\sigma''}{R\,\sigma'^2} - \frac{R\cos\varphi}{\sigma'} +$$
$$+ 2\,\frac{R\,\sigma''\sin\varphi}{\sigma'^2} - \frac{\sigma''' r}{\sigma'^2} + 2\,\frac{\sigma''^2 r}{\sigma'^3} - \frac{R\sin\varphi}{T-\sigma} + \frac{r\,\sigma'}{(T-\sigma)^2}$$

en voor het centrale punt gaat dit, wanneer wij op (9), (10) en (11) letten, over in:

$$\frac{R''_0 r_0}{p\,R_0^2} - \frac{\cos\varphi_0}{p} - \frac{\sigma'''_0 r}{p^2 R_0^2} = -\frac{\cos\varphi_0}{p}\left[1 - \frac{R''_0 N_0}{R_0^2} + \frac{\sigma'''_0 N_0}{p\,R_0^2}\right]$$

waarvoor wij kortheidshalve zullen schrijven:

$$-\frac{\cos\varphi_0}{p}(1 - C). \;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\; (12)$$

en waarin dus C voorstelt de constante:

$$C = \frac{R''_0 N_0}{R_0^2} - \frac{\sigma'''_0 N_0}{p\,R_0^2} \;.\;.\;.\;.\;.\;.\;. (13)$$

zoodat wij voor σ'''_0 vinden:

$$\sigma'''_0 = p\,R''_0 - p\,\frac{R_0^2}{N_0}C. \;.\;.\;.\;.\;.\;. (14)$$

waarin C eene constante, waarover wij naar willekeur kunnen beschikken.

Het tweede differentiaal-quotiënt eindelijk van $\frac{\sigma'}{R} - \frac{R}{\sigma'}$ is:

$$\frac{\sigma'''}{R} - 2\frac{R'\sigma''}{R^2} - \frac{R''\sigma'}{R^2} + 2\frac{R'^2\sigma'}{R^3} + 2\frac{R'\sigma''}{\sigma'^2} + \frac{R\sigma'''}{\sigma'^2} - 2\frac{R\sigma''^2}{\sigma'^3} - \frac{R''}{\sigma'}$$

en gaat voor het centrale punt als wij op (9), (10) en (14) letten over in:

$$-\left(p + \frac{1}{p}\right)\frac{R_0}{N_0}\,C.$$

Met behulp van de reeks van TAYLOR vinden wij nu met verwaarloozing van grootheden van hoogere orde:

$$\frac{\sigma'}{R} - \frac{R}{\sigma'} = 2\,tang\,\omega_0 - \tfrac{1}{2}\left(p + \frac{1}{p}\right)C\frac{R_0}{N_0}\beta^2$$

$$A = -\frac{cos\,\varphi_0}{p}(1 - C)\,\beta$$

en hierdoor gaat (8) over in:

$$(2tang\,\omega)^2 = \frac{cos^2\varphi_0}{p}(1-C)^2\beta^2\lambda^2 + \left[2tang\omega_0 - \tfrac{1}{2}\left(p + \frac{1}{p}\right)C\frac{R_0}{N_0}\beta^2\right]^2$$

of als wij in aanmerking nemen dat ω eene kleine grootheid van de tweede orde is en dus p slechts eene grootheid van de tweede orde van de eenheid verschilt:

$$(2\,\omega)^2 = cos^2\varphi_0\,(1 - C)^2\,\beta^2\,\lambda^2 + \left(2\,\omega_0 - C\frac{R_0}{N_0}\beta^2\right)^2$$

en als wij nog opmerken dat tot op grootheden van de tweede orde na:

$$X = r_0\,\lambda = N_0\,cos\,\varphi_0\,\lambda \quad \text{en} \quad Y = R_0\,\beta$$

is, dan vinden wij voor ω tot op grootheden van de derde orde na:

$$2\omega = \sqrt{\left(2\omega_0 - C\frac{Y^2}{N_0 R_0}\right)^2 + (1-C)^2\left(\frac{XY}{N_0 R_0}\right)^2} \quad . \; . \quad (15)$$

§ 6. De maximum-verandering der hoeken in een willekeurig punt, blijkt dus behalve van de afwijking in het centrale punt alleen nog af te hangen van de grootheid C, door daaraan dus verschillende waarden toe te kennen, kunnen wij verschillende projectiën vinden, die aan verschillende voorwaarden voldoen.

Bij de projectie van Bonne is $C = 0$ en daarvoor gaat (15) over in:

$$2\omega = \sqrt{(2\omega_0)^2 + \left(\frac{XY}{N_0 R_0}\right)^2}$$

waaruit blijkt dat het in dit geval niet voordeelig is in het centrale punt eene afwijking toe te laten. Voor die projectie zal men dus nemen $\omega_0 = 0$ en vindt dan de bekende uitdrukking

$$2\omega = \frac{XY}{N_0 R_0}$$

voor die projectie terug.

Voor de kegelvormige projectie is $C = 1$ en daarvoor vindt men:

$$2\omega = \sqrt{\left(2\omega_0 - \frac{Y^2}{N_0 R_0}\right)^2}$$

waaruit blijkt dat in dit geval het toelaten van eene afwijking in het centrale punt werkelijk voordeelig is. Van deze omstandigheid is door Albers in de naar hem genoemde kegelvormige projectie werkelijk partij getrokken *).

---

*) H. C. Albers, *Beschreibung einer neuen Kegelprojection* in Zach, *Monatliche Correspondenz* 1805, Band XII, blz. 450. Zie hierover ook: Germain, *Traité des projections des cartes géographiques.* Paris, p. 104 en Gretschel, *Lehrbuch der Karten-Projection.* Weimar, 1873, blz. 148 en 188.

Voor andere waarden van C kan dit ook het geval zijn en meer in het bijzonder zullen wij hier onderzoeken het geval dat C gelegen is tusschen 0 en 1.

Stellen wij in (15) $X = 0$ dan vinden wij voor de ordinaten-as, dat is voor den eersten meridiaan:

$$2\,\omega = \sqrt{\left(2\,\omega_0 - C\frac{Y^2}{N_0\,R_0}\right)^2}$$

waaruit blijkt dat ω afneemt van ω_0 in het centrale punt tot dat $Y = \pm\sqrt{\dfrac{2\,\omega_0\,N_0\,R_0}{C}}$ wordt, ω wordt dan nul. Voor grootere waarden van Y zoowel in positieven als in negatieven zin neemt ω onbepaald toe.

Om de verandering van ω voor andere waarden van X na te gaan differentieeren wij eerst ω^2 ten opzichte van Y^2 en vinden dan:

$$4\frac{d\,\omega^2}{d\,Y^2} = -\frac{4\,\omega_0\,C}{N_0\,R_0} + 2\,C^2\,\frac{Y^2}{N_0^2\,R_0^2} + (1-C)^2\frac{X^2}{N_0^2\,R_0^2}$$

waaruit blijkt, dat te beginnen met $Y = 0$, ω altijd met Y toeneemt, indien $X^2 > \dfrac{4\,\omega_0\,C\,N_0\,R_0}{(1-C)^2}$ is. Voor kleinere waarden van X begint ω, die voor $Y = 0$ altijd gelijk aan ω_0 is, af te nemen totdat $Y^2 = \dfrac{2\,w_0\,N_0\,R_0}{C} - \dfrac{(1-C)^2}{2\,C^2}\,X^2$ wordt, ω berijkt alsdan hare kleinste waarde en voor grootere waarden van Y, zoowel positieve als negatieve, neemt ω wederom onbepaald toe; voor eene zekere waarde van Y zal ω dus wederom gelijk aan ω_0 worden en hieruit volgt dat er eene gesloten kromme lijn bestaat voor elk punt waarvan $\omega = \omega_0$ en waar binnen ω altijd kleiner hoogstens gelijk aan ω_0 is.

Ten einde deze kromme lijn nader te leeren kennen hebben wij in (15) ω slechts gelijk aan ω_0 te stellen, waardoor wij vinden:

$$\frac{Y^2}{N_0 R_0}\left(\frac{(1-C)^2}{N_0 R_0} X^2 + \frac{C^2}{N_0 R_0} Y^2 - 4\,\omega_0\, C\right) = 0$$

Deze kromme lijn bestaat uit twee deelen vooreerst de X-as waarvan wij reeds weten dat daar overal $\omega = \omega_0$ is en ten tweede eene ellips met de halve assen:

$$\frac{\sqrt{4\, N_0 R_0\, \omega_0\, C}}{1-C} \quad \text{en} \quad \frac{\sqrt{4\, N_0 R_0\, \omega_0\, C}}{C}.$$

Voor $C = \frac{1}{2}$ gaat deze ellips over in den cirkel:

$$X^2 + Y^2 = 8\, N_0 R_0\, w_0 \;.\;.\;.\;.\;.\;.\;. \quad (16)$$

die tot straal heeft:

$$\sqrt{8\, N_0 R_0\, w_0}\,.$$

Laten wij dezen cirkel nu samenvallen met den omtrek van het terrein, dan hebben wij den straal daarvan slechts gelijk a te stellen en vinden dus:

$$a = \sqrt{8\, N_0 R_0\, \omega_0} \;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;. \quad (17)$$

of

$$2\,\omega_0 = \frac{a^2}{4\, N_0 R_0} \;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;. \quad (18)$$

§ 7. Door dus $C = \frac{1}{2}$ en $2\,\omega_0 = \dfrac{a^2}{4\, N_0 R_0}$ te stellen, is de omtrek van het terrein geworden eene lijn van gelijke vervorming en wel zoodanig dat binnen dien cirkel de vervorming kleiner, hoogstens (op de X-as) gelijk is aan de vervorming bij den omtrek en hierdoor is dus aan de 2[de] en 4[de] van de in § 2 genoemde voorwaarden voldaan. Voor de grootste verandering, die de hoeken bij den omtrek ondergaan, vinden wij hier:

$$2\,\omega = 2\,\omega_0 = \frac{a^2}{4\, N_0 R_0}$$

overeenkomende met de grenswaarde in § 1 gevonden en hieruit blijkt reeds voldoende, dat ook aan de derde voor-

waarde voldaan is; was dit toch niet het geval, dan zou de liniaire vergrooting van den cirkel, die den omtrek vormt, kleiner zijn dan de maximum-vergrooting overeenkomende met $\omega = \omega_0$ en de cirkel bij gevolg een kleineren omtrek hebben dan met zijn inhoud overeenkomt.

Het is echter niet moeielijk direct aan te toonen, dat werkelijk aan die voorwaarde voldaan is. Ontwikkelen wij namelijk de grootheden P, Q en T van § 4 zooals wij dit in § 5 voor *tang* ω gedaan hebben, dan vinden wij:

$$P = p^2 - C \frac{Y^2}{N_0 R_0}$$

$$Q = \frac{1}{p^2} + C \frac{Y^2}{N_0 R_0}$$

$$T = -(1-C) \frac{XY}{N_0 R_0}$$

en daar

$$p^2 - \frac{1}{p^2} = \left(p - \frac{1}{p}\right)\left(p + \frac{1}{p}\right) = 2 \, tang \, \omega_0 \frac{2}{cos \, \omega_0} = 4 \, \omega_0$$

is:

$$\frac{P - Q}{2} = 2 \, \omega_0 - C \frac{Y^2}{N_0 R_0}.$$

De wortelgrootheid van (8) gaat hierdoor over in:

$$\sqrt{\left(2 \, \omega_0 - C \frac{Y^2}{N_0 R_0}\right)^2 + (1 - C)^2 \frac{X^2 Y^2}{N_0^2 R_0^2}}$$

hetgeen niets anders is dan de waarde $2 \, \omega$, zoodat wij voor (8) vinden:

$$2 \, \omega \, sin \, 2 \, B = -(1-C) \frac{XY}{N_0 R_0}$$

$$2 \, \omega \, cos \, 2 \, B = 2 \, \omega_0 - C \frac{Y^2}{N_0 R_0}$$

of als wij $C = \frac{1}{2}$ stellen:

$$\left.\begin{aligned} \omega \sin 2B &= -\frac{XY}{4N_0R_0} \\ \omega \cos 2B &= \omega_0 - \frac{Y^2}{4N_0R_0} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots (19)$$

waarbij wij er echter op bedacht moeten zijn aan ω altijd de positieve waarde te geven. Neemt men ω met het negatieve teeken, dan stelt B de richting voor van de lijn, die de kleinste liniaire vergrooting ondergaat.

Voor den cirkel:

$$X^2 + Y^2 = a^2$$

is nu $\omega = \omega_0$ en daardoor gaan bovenstaande formules, als men tevens den enkelen hoek B invoert, over in:

$$2\,\omega_0 \sin B \cos B = -\frac{XY}{4N_0R_0}$$

$$2\,\omega_0 \sin^2 B = +\frac{Y^2}{4N_0R_0}$$

waaruit door deeling volgt:

$$\tang B = -\frac{Y}{X}.$$

De straal gaande van den oorsprong naar het punt XY van den cirkel maakt met de Y-as een hoek β gegeven door de formule:

$$\tang \beta = +\frac{X}{Y}.$$

Vermenigvuldigen wij deze beide uitdrukkingen, dan vinden wij:

$$\tang B \tang \beta = -1$$

waaruit volgt, dat de lijn van de sterkste vergrooting loodrecht staat op den straal en dus samenvalt met de raaklijn aan den cirkel.

§ 8. Resumeeren wij thans de verkregen uitkomsten, dan vinden wij dat aan de in § 2 opgenoemde voorwaarden bij

een cirkelvormig terrein van geringe uitgebreidheid voldaan wordt door te stellen:

$$C = \tfrac{1}{2} \text{ en } 2\,\omega_0 = \frac{a^2}{4\,N_0\,R_0};$$

dat als wij

$$p = tg\,(45 + \tfrac{1}{2}\,w_0) = 1 + \frac{a^2}{4\,N_0\,R_0}$$

stellen, T gegeven wordt door de formule:

$$T = p\,N_0\,cotang\,\varphi_0$$

en σ bepaald is door de voorwaarden:

$$\sigma_0 = 0,\quad \sigma'_0 = p\,R_0,\quad \sigma''_0 = p\,R_0',\quad \sigma'''_0 = pR''_0 - p\,\frac{R_0^2}{2\,N_0},$$

terwijl de hoogere differentiaal-quotiënten geheel onbepaald zijn en dus zoo gekozen kunnen worden als voor andere doeleinden het meest gewenscht is. Onder andere kan men voor σ nemen:

$$\sigma = p\int_{\varphi_0}^{\varphi} R\,d\varphi - \frac{1}{12}\,p\,\frac{R_0^2}{N_0}\,\beta^3.$$

De daarbij voorkomende integraal is het stuk van den meridiaan tusschen de breedten φ en φ_0, dat is de waarde van σ bij de projectie van Bonne.

Voor de berekening van de coördinaten hebben wij in de eerste plaats te berekenen den hulphoek α uit de formule:

$$\alpha = \frac{R\,r}{\sigma'\,(T - \sigma)}\,\lambda.$$

De coördinaten worden dan gevonden uit de formules (1) waarvoor wij echter met het oog op de praktische uitvoering der berekening beter schrijven:

$$X = (T - \sigma)\,sin\,\alpha,\qquad Y = \sigma + X\,tang\,\tfrac{1}{2}\,\alpha.$$

Voor de grootste verandering, die een hoek in een willekeurig punt ondergaat, vinden wij uit (15) als wij C en ω_0 door hunne waarden vervangen:

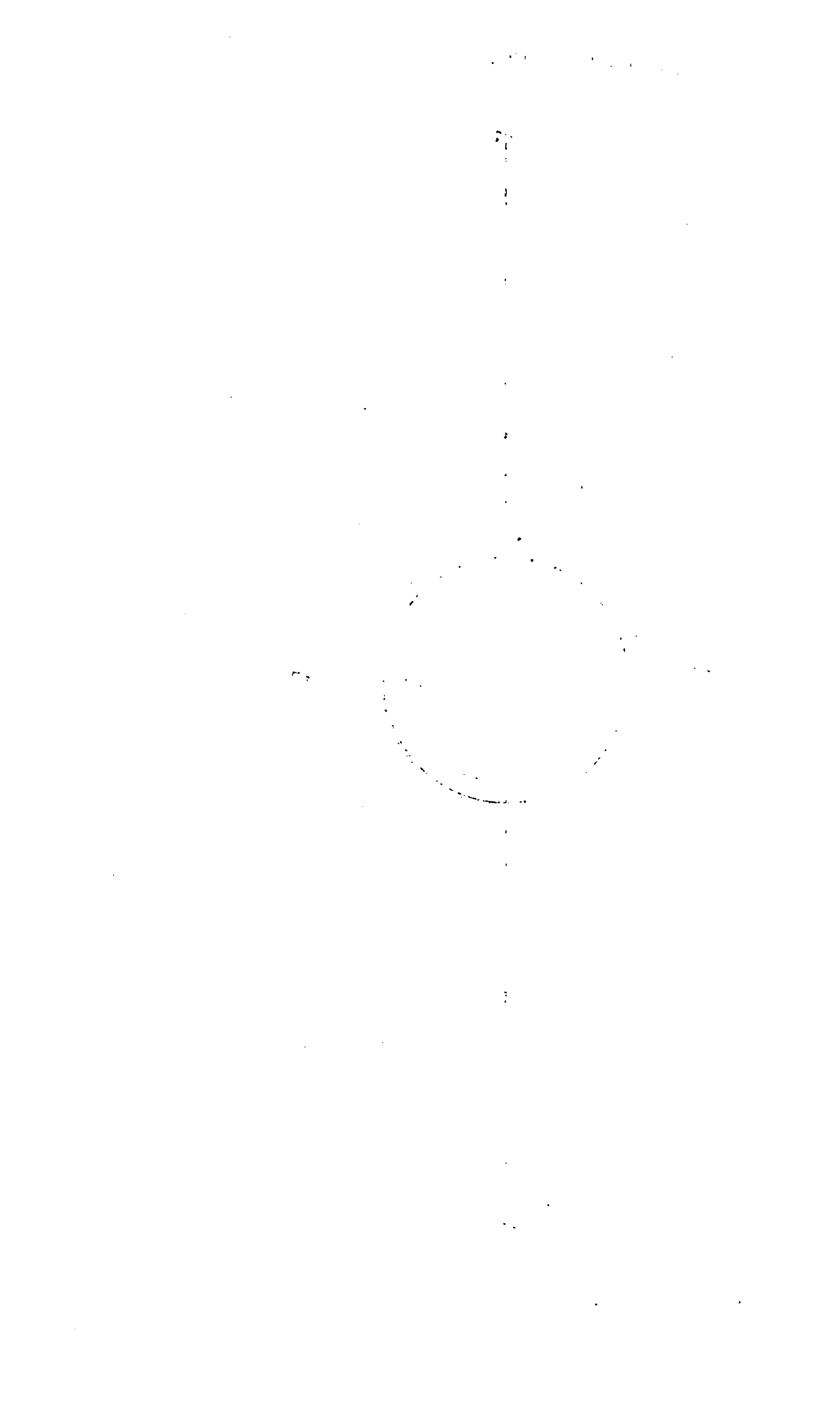
M. SCHOLS. Aequivalente projectie.

X

Y Y

X

Lith. Gebrs Reimeringer, Amst.



$$2\,\omega = \frac{\sqrt{(a^2 - 2\,Y^2)^2 + 4\,X^2\,Y^2}}{4\,N_0\,R_0}.$$

Ten einde de waarden van ω voor verschillende punten van de kaart beter te kunnen overzien, voegen wij hierbij eene teekening, waarop eenige van de lijnen van gelijke vervorming voorkomen. De cirkel, die den omtrek van het terrein vormt en waarvoor $\omega = \omega_0$ is, is door een dikke lijn voorgesteld. Voor twee punten namelijk $Y = \pm \frac{a}{\sqrt{2}}$ is de vervorming nul. De lijnen waarvoor ω kleiner is dan ω_0, vormen telkens een stel van twee gesloten kromme lijnen om die twee punten en zijn geheel binnen den cirkel gelegen. In de figuur zijn daarvan voorgesteld de vier lijnen, waarvoor $\omega = 0{,}2\,\omega_0$, $0{,}4\,\omega_0$, $0{,}6\,\omega_0$ en $0{,}8\,\omega_0$ is. De lijnen, waarvoor ω grooter dan ω_0 is, liggen geheel buiten den cirkel en bestaan uit twee takken, die de X-as tot asymptoot hebben. Van deze lijnen is in de figuur alleen die voorgesteld, waarvoor ω gelijk is aan $2\,\omega_0$.

Wat de richting van de sterkste vergrooting aangaat, daarvoor volgt uit (19):

$$8\,N_0\,R_0\,\omega \sin 2\,B = -\,2\,X\,Y$$
$$8\,N_0\,R_0\,\omega \cos 2\,B = a^2 - 2\,Y^2,$$

waaruit volgt, dat voor de Y-as tusschen de punten $Y = \pm \frac{a}{\sqrt{2}}$ die richting met de Y-as samenvalt, voor andere waarden van Y staat die richting loodrecht op de Y-as. Voor Y gelijk nul, dat is voor de X-as is B altijd nul en staat dus die richting loodrecht op de X-as. Gaan wij van de X-as uit langs eene zelfde ordinaat, dan draait die richting, welke aanvankelijk met de ordinaat samenvalt langzaam tot zij bij $Y = \frac{a}{\sqrt{2}}$ een hoek van 45^0 met de ordinaat maakt en verder eerst voor $Y = \infty$ loodrecht daarop komt te staan. Ontmoet de ordinaat den cirkel $X^2 + Y^2 = a^2$, dan zal aldaar de richting van de sterkste vergrooting aan den cirkel raken.

Delft, 25 October 1885.

CONTRIBUTIONS

À LA

FLORE MYCOLOGIQUE DE NOWAJA SEMLJA.

PAR

C. A. J. A. OUDEMANS.

Lorsque mon honoré collègue, Mons. le Dr. Max Weber, professeur de zoologie et d'anatomie comparée à l'Université d'Amsterdam, tout en faisant partie de l'Etat major du *Willem Barents*, eut l'occasion de visiter l'île de Nowaja Semlja au mois d'Août 1881, il en rapporta entre autres une soixantaine de plantes, qui, faisant partie maintenant de l'herbier de son épouse, Mad. Weber- van Bosse, furent mises à ma disposition, pour étudier les champignons dont plusieurs d'entre elles semblaient être attaquées.

En me livrant à cette étude, il fallait auparavant me convaincre de la justesse des noms appliqués aux plantes nourricières et tenter de déterminer un petit nombre de Joncées, de Cypéracées et de Graminées, faisant partie de la collection et restées jusqu'ici inabordées. Comme résultat de ces recherches, précédées par celle de Mad. Weber, j'ose publier la liste suivante qui, comme on s'en apercevra, compte 5 espèces (Lycopodium Selago L., Carex atrata L., Carex Goodenoughii Gay, Wahlbergella angustifolia Rupr. et Saxifraga granulata L.) qui, jusqu'à ce jour, semblent être échappées aux recherches antérieures et figurent comme des nouveautés parmi celles, décrites comme appartenant à la flore de Nowaja Semlja.

Liste des Plantes

rapportées par Mr. MAX WEBER de l'île de Nowaja Semlja

pendant les jours du 8 *au* 10 *Août*, 1881.

Equisétacées.

1. Equisetum arvense *L.*

Lycopodiacées.

*2. Lycopodium Selago *L.*

Graminées.

3. Aira caespitosa *L.* var. brevifolia *Trautvetter.*
4. Arctagrostis latifolia *Grisebach* (= Colpodium latifolium *Rob. Brown*).
5. Hierochloa alpina *Roemer* et *Schultes.*

Cypéracées.

*6. Carex atrata *L.*
*7. » Goodenoughii *Gay* (= C. vulgaris *Fries*).
8. Eriophorum angustifolium *Roth.*
9. » Scheuchzeri *Hoppe.*

Joncées.

10. Luzula arcuata *Wahlenberg.*

Salicinées.

11. Salix polaris *Wahlenberg.*
12. » reptans *Ruprecht* et *Lundström.*

Polygonées.

13. Oxyria reniformis *Hooker* (= O. digyna *Campden*).
14. Polygonum viviparum *L.*

Caryophyllacées.

15. Cerastium alpinum *L.*
16. Silene acaulis *L.*
17. Stellaria longipes *Goldie.*
*18. Wahlbergella angustifolia *Ruprecht* (= W. affinis *Fries*).
19. » apetala *Fries.*

Renonculacées.

20. Caltha palustris *L.*
21. Ranunculus acris *L.* var. borealis *Trautvetter.*
22. » nivalis *L.*
23. » » *L.* var. sulfureus *Wahlenberg.*
24. » pygmaeus *Wahlenberg.*
25. Thalictrum alpinum *L.*

Papavéracées.

26. Papaver nudicaule *L.*

Crucifères.

27. Cardamine bellidifolia *L.*
28. » pratensis *L.*
29. Cochlearia arctica *Schlechtendal.*
30. Draba alpina *L.*
31. » » *L.* var. legitima *Lindblom.*
32. Matthiola nudicaulis *Trautvetter.*

Crassulacées.

33. Rhodiola rosea *L.*

Saxifragées.

34. Saxifraga aizoides *L.*
35. » caespitosa *L.*
*36. » granulata *L.*
37. » hieraciifolia *Waldstein* et *Kitaibel.*
38. » Hirculus *L.*
39. » nivalis *L.*
40. » oppositifolia *L.*
41. » rivularis *L.*

Rosacées.

42. Dryas octopetala *L.*
43. Potentilla fragiformis *L.*

Papilionacées.

44. Astragalus alpinus *L.*
45. Oxytropis campestris *L.*
46. Phaca frigida *L.*

Polémoniacées.

47. Polemonium coeruleum *L.*
48. » pulchellum *Bunge.*

Aspérifoliées.

49 Eritrichium villosum *Bunge.*
50. Myosotis sylvatica *Hoffmann.*

Scrophulariacées.

51. Pedicularis hirsuta *L.*
52. » sudetica *Willdenow.*

Campanulacées.

53. Campanula uniflora *L.*

Valérianaceae.

54. Valeriana capitata *Pallas.*

Composées.

55. Antennaria carpathica *Bluff* et *Fingerhut.*
56. Artemisia borealis *Pallas.*
57. Petasites frigida *Fries.*

Deux espèces de *Salix* et une de *Draba* ne permettaient pas un examen approfondi à cause de l'état imparfait des fleurs.

Sur vingt de ces espèces j'ai trouvé un certain nombre de Champignons qui presque tous appartenaient au tribu des Pyrénomycètes, mais dont plusieurs n'avaient pas encore été décrits, de sorte que nos trouvailles peuvent servir à compléter la liste des Champignons de Nowaja Semlja donnée par feu L. Fuckel et publiée dans le 3e volume de l'ouvrage de Mr. von Heuglin, ayant pour titre: *Reisen nach dem Nordpolarmeer in den Jahren* 1870 und 1871; Braunschweig, 1874.

La circonstance que l'ouvrage de Mr. von Heuglin resta presque inconnu aux mycologues, ce qui explique que Mr. le Prof. P. A. Saccardo dans son Sylloge Fungorum (a° 1881—1884) se tait absolument des espèces qui y avaient été proposées comme nouvelles par Fuckel, me décida à

intercaler ici un aperçu des Champignons épiphytes, au nombre de 18, décrits par le savant mycologue nassovien, tout en y ajoutant les diagnoses de ceux dont l'existence nous resta inconnue jusqu'à la publication de l'ouvrage de Mr· VON HEUGLIN.

Aperçu

des Champignons épiphytes rapportés de l'île de Nowaja Semlja et décrits dans l'ouvrage de VON HEUGLIN par L. FUCKEL.

Auricularini.

1. Exobasidium Vaccinii *Wororin* forma Salicis FUCKEL. Sur les feuilles vivantes du Salix rotundifolia.

Uredinei.

2. Puccinia Epilobii *De Candolle* (teleutosporifera). Sur les feuilles d' E. alpinum.

Phyllostictei.

3. Labrella (?) arctica *Fuckel* *). Sur les feuilles sèches du Potentilla Fragariastrum.
4. Phoma Pedicularidis *Fuckel* †). Sur les feuilles sèches d'un Pedicularis.
5. Phoma Drabae *Fuckel* §). Sur les tiges sèches d'une espèce de Draba.

---

*) Labrella arctica *Fuckel*. — Disculis punctiformibus, minutis, nigris, orbicularibus seu oblongis, planis, sporidiis cylindraceis, continuis, rectis, utrimque obtusis, hyalinis, 12—14 Mikr. long., 4 Mik. crass.

†) Phoma Pedicularidis *Fuckel*. — Peritheciis ab epidermide tectis, depresso-globosis, atris, mediae magnitudinis, ostiolo brevi, cylindrico, erumpente, atro; sporidiis eylindraceis, rectis, biguttulatis, hyalinis, 6 Mik. long., 2 Mik. crass.

§) Phoma Drabae *Fuckel*. (Die 2e deutsche Nordpolarf. II, 94). — Sphaeriacearum. n. sp. pycnophora. — Peritheciis sparsis, sub caulis epidermide nidulantibus, demum liberis, minutis, depresso-globosis, vertice umbonatis, pallidioribus, nigris; stylosporis angustissime fusiformibus, curvatis, continuis, hyalinis, 22 Mik. long., 2 Mik. crass. (Tab. III, f. 7).

Sphaeriacei.

6. Sphaerella Papaveris *Fuckel* *). Sur les feuilles sèches du Papaver nudicaule.

7. Sphaerella isariphora *Fuckel* (Symb. Myc. 101). — Spermogonium = Septoria Stellariae *Westendorp*. Sur les feuilles sèches de l'Alsine verna.

8. Sphaerella Pachypleuri *Fuckel* †). — Sur les parties desséchées du Pachypleurum alpinum.

9. Sphaerella adusta *Fuckel* §). — Sur les feuilles et les tiges sèches de l'Epilobium latifolium.

10. Sphaerella fusispora *Fuckel* **). — Sur les feuilles et les tiges sèches du Ranunculus pygmaeus.

---

* Sphaerella Papaveris *Fuckel*. — Peritheciis in foliorum nigrescentium pagina superiore et inferiore gregariis et fere foliorum totam superficiem occupantibus, minutissimis, aterrimis, conicis; ascis fasciculatis, oblongis, 8-sporis, 56 Mik. long., 24 Mikr. crass.; sporidiis conglobatis, oblongo-clavatis, utrimque obtusis, rectis, inaequaliter didymis, hyalinis, 22 Mik. long., 8—10 Mikr. crass. (Tab. II, f. 1).

†) Sphaerella Pachypleuri *Fuckel*. — Peritheciis gregariis sparsisve, minutis, aterrimis, semiliberis, e basi globosa antice obtuso-conicis, ostiolis demum perforatis; ascis fasciculatis, oblongis, sessilibus, 8-sporis, 52 Mik. long., 10 Mik. crass.; sporidiis distichis, oblongo-subclavatis, rectis, inaequaliter didymis, loculis guttulatis, hyalinis, 16 Mik. long., 4 Mill. crass.; spermatiis inter ascos in sporophoris brevioribus ortis, anguste fusiformibus, curvatis, 2—4-guttulatis seu obscure 2—3-septatis, antice abrupte ciliatis, cilia spermatiae dimidiam partem superante, 24 Mik. long., 2 Mikr. crass. (Tab. II, f. 2).

§) Sphaerella adusta *Fuckel*. — Peritheciis in maculis fusco-nigris, rugulosis, adustis, quandoque tota folia caulesque occupantibus, gregariis, minutis, atris, depresso-globosis, ostiolo prominulo, papillaeformi, perforato; ascis fasciculatis, sessilibus, 8-sporis, 56 Mik. long., 16 Mik. crass.; sporidiis distichis, oblongo-clavatis, rectis, antice obtusissimis, basi acuminatis, valde inaequaliter didymis, septo in sporidii angustiore parte, ad septum non constrictis, hyalinis, 16 Mikr. long., 6 Mik. crass. (Tab. II, f. 3).

**) Sphaerella fusipora *Fuckel*. — Peritheciis in gregibus laxis sub epidermide nidulantibus, demum totis liberis, minutis, aterrimis, globosis, ostiolo papillaeformi, truncato, perforato; ascis fasciculatis, oblongis, sessilibus, 8-sporis, 60 Mik. long., 20 Mik crass.; sporidiis oblique imbricato-distichis, fusiformibus, subrectis, utrimque obtusiusculis, inaequaliter didymis, ad septum parum constrictis, loculis 1—2-guttulatis valinis, 24 Mik. long., 6 Mik. crassis (Tab. II, f. 4).

11. Sphaeria Chamaejasmes *Fuckel* *). — Sur les tiges sèches de l'Androsace Chamaejasme.
12. Sphaeria arctica *Fuckel* (2e Nordpolf.) †). — Sur les feuilles sèches du Poa alpina.
13. Pleospora Dryadis *Fuckel* (2e Nordpolf.) §). — Sur les feuilles sèches du Dryas octopetala.
14. Pleospora Matthiolae *Fuckel* **). — Sur les feuilles du Matthiola nudicaulis.
15. Pleospora abbreviata *Fuckel* ††). — Sur les calyces et les légumes sèches du Phaca frigida.

---

*) Sphaeria Chamaejasmes *Fuckel*. — Peritheciis gregariis, raro sparsis, sub epidermide nidulantibus, demum subliberis, minutis, atris, e basi globosa antice conicis, acutis; ascis oblongis, sessilibus, 8-sporis, 104 Mik. long., 12 Mik. crass.; sporidiis oblique submonostichis, oblongis, rectis, utrimque obtusis, aequaliter didymis et ad septum facile diffractis, hyalinis, 16 Mik. long., 6 Mikr. crass. (Tab. II, f. 5).

†) Sphaeria arctica *Fuckel*. (Die 2e Deutsche Nordpolarf. II, 94). — Peritheciis in macula cinerascente gregrariis seu lineari-dispositis, erumpentibus, globoso-conicis, miuutis, aterrimis, demum perforatis; ascis fasciculatis, oblongis, contortis, sessilibus, tunica erassa, 8-sporis, 72 Mik. long., 17 Mik. crass.; sporidiis imbricato-distichis, oblongis, utrimque parum attenuatis, rectis, uniseptatis, ad septum constrictis, loculis inaequalibus biguttulatisque, hyalinis, 24 Mik. long., 8 Mik. crass. (Tab. III, f. 4).

§) Pleospora Dryadis *Fuckel* (Die 2e Deutsche Nordpolarf. II, 93). — Peritheciis in foliorum aridorum nondum delapsorum pagina superiore sparsis, punctiformibus, globoso-conicis, atris, demum subliberis, ostiolis perforatis; ascis oblongo-ovatis, oblique stipitatis, tunica crassa, 8-sporis, 88 Mik. long., 32 Mik. crass.; sporidiis subdistichis, oblongis, utrimque obtusis, uniseptatis, ad septum constrictis, loculis uniguttulatis, primo hyalinis, demum flavo-fuscis, 30—32 Mik. long., 12 Mik. crass. (Tab II, f. 6).

**) Pleospora Matthiolae *Fuckel*. — Peritheciis sparsis, punctiformibus, ab epidermide tectis, atris, ostiolo conico, obtuso, prominulo, atro; ascis maturis ovatis seu subglobosis, 30 Mik. long., 24 Mik. crass.; immaturis basin versus contractis, superiore parte ovato-ventricosis, 54 Mik. long., 24 Mik. crass., 8-sporis; sporidiis conglobatis, oblongis, utrimque obtusis, antice parum obtusioribus crassioribusque, rectis, uniseptatis, demum pallide-fuscis, 20 Mik. long., 8 Mik. crass. (Tab. II, f. 7).

††) Pleospora abbreviata *Fuckel*. — Peritheciis sparsis, demum semiliberis, aterrimis, pro ratione minutis, globoso-conicis; ascis oblongo-ovatis, stipite laterali brevi, 8-sporis, 88 Mik. long., 34 Mik. crass.; spo-

16. Pleospora herbarum *Rabenhorst* (Herbarium mycologicum ed. II, n°. 547). — Sur les tiges sêches du Cochlearia.
17. Pleospora hyperborea *Fuckel* (2e Nordpolf.) *). — Sur les feuilles sèches de l'Andromeda tetragona.

Pezizei.

18. Micropeziza Lychnidis *Fuckel* †). — Sur les tiges du Lychnis apetala.

De ces 18 Champignons les nos 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13 et 16 furent rapportés de Nowaja Semlja, le n° 2 de Hammerfest, les nos 12 et 17 do Spitsbergen, tandisqu'aucune mention est faite du lieu natal des nos 14, 15 et 18.

Qu'il nous soit permis à présent de donner le détail de nos propres recherches. Pour cela il sera peut être plus utile de signaler en première ligne les plantes nourricières et en dernière les parasites qui les habitent, que de suivre le chemin opposé.

---

ridiis conglobatis, oblongo-ovatis, inaequaliter didymis, medio constrictis, 5-septatis, cum septis longitudinalibus, primo aureis dein fuscis, 24 Mik. long., 12 Mik. crass. (Tab. II, f. 8).

*) Pleospora hyperborea *Fuckel* (Die 2e Deutsche Nordpolarf. II, 92). — Peritheciis in foliorum aridorum pagina superiore nidulantibus, sparsis, punctiformibus, semiimmersis et basi globoso a foliorum substantia grisea elevata cinctis, parte libera obtuse conica, siccis applanata, aterrima, perforata; ascis oblongo-ovatis, utrimque attenuatis, 8-sporis, 60 Mik. long., 24 Mik. crass.; sporidiis in asci media parte conglobatis, oblongis, utrimque obtusis, rectis, 3-septatis, ad septum intermedium constrictis, flavo-fuscis, 24 Mik. long., 8 Mik. crass. (Tab. II, f. 9).

†) Micropeziza Lychnidis *Fuckel*. – Cupulis sparsis, sessilibus sed non adnatis, punctiformibus, orbicularibus, planis, margine fusco-nigro, crenulato, sicco connivente, disco pallide-fusco; ascis oblongis, sessilibus, 8-sporis, 56 Mik. longis, 12 Mik. crass.; sporidiis farctis, fusiformibus, parum curvatis, utrimque acuminatis, continuis (seu septo obscuro?), hyalinis, 24 Mik. long., 4 – 5 Mik. crass. (Tab. II, f. 10).

GRAMINÉES.

Arctagrostis latifolia *Grisebach* (in Ledebour Flora Rossica IV, 434). Synonymes: Colpodium latifolium Rob. Brown; Catabrosa latifolia Fries; Ciana Brownii Ruprecht.

1. Pleospora Arctagrostidis n. sp. (Tab. I, f. 1). — Perithecia in foliis hypogena, epidermide pro maxima parte tecta, 0.1 mill. in diametro, atra, poro pertusa, glabra. Asci cylindracei, primitus saltem quam maxime curvati, numerosi, paraphysibus quamplurimis filiformibus stipati, 116 × 30 μ, 8-spori. Sporidia disticha, obovato-oblonga, primitus mellei coloris, pellucida, postea fuscescentia, semipellucida, medio parum constricta, septis horizontalibus 7, loculamentis plurimis septo verticali murali-divisis, 35 × 12 μ. — Affinis videtur P. septemseptatae SACCARDO (Syll. II, 271), cujus tamen descriptio ob mensurae ascorum sporarumque defectum incompleta.

Deschampsia brevifolia *Rob. Brown* (Verm. Schrifte I, 426). Synonymes: Aira arctica Trinius; Aira caespitosa var. brevifolia Trautvetter; Festuca brevifolia dans la dissertation de Mr. M. RUYS (p. 68)? *).

2. Sphaerella Tassiana de Notaris (Sferiacei Italici 87, tab. XCVIII; tab. nostra I, f. 2). — Perithecia foliicola sparsa, 0.1 mill., infra epidermidem occultata, denique ostiolo papillari (centro aperto) epidermidem perforantia. Asci brevissime stipitati, oblique conoideo-oblongati, i. e. e basi uno tantum latere ampliore (quasi inflata) sursum angustiores, vertice obtusissimi ibidemque membrana incrassata insignes, 8-spori, 60 × 20 μ. Pharaphyses nullae. Sporidia cylindrico-oblonga, utrimque obtusa, justo medio septata, ad septum vix et ne vix quidem constricta, coloris expertia, 22 × 5 μ.

---

*) M. RUYS. *De verspreiding der Phanerogamen van Arktisch Europa* Kampen, 1884.

Hierochloa alpina *Römer* et *Schultes* (Syst. Vegetab. II, 515).

3. Leptosphaeria Hierochloae n. sp. (Tab. I, f. 3). — Perithecia foliicola, sparsa, primitus occultata, postremo erumpentia, subglobosa, atra, structurae parenchymatosae flaccidae, simpliciter perforata (i. e. ostiolo nullo vel vix prominente), 180—250 μ. Asci brevissime pedunculati, parum curvati, paraphysati, 90—95 × 30 μ, membrana ubique aequali. Sporidia in quovis asco 8, tristicha, oblongo-fusoidea, recta, utrimque obtusata, mellei coloris, 5-septata, ad septa levissime constricta, 30 × 9 μ, loculo quarto omnium maximo.

CYPÉRACÉES.

Carex atrata *L.*

4. Sphaerella saxatilis *Schröter* (Nördische Pilze, 12; Saccardo Syll. I, 530). (Tab. I, f. 4). — Perithecia in foliis subsparsa, sphaeroidea, 60—75 μ, innata, ostiolo depresso, parum distincto, contextu tenui fuliginoso. Asci fasciculati, parci, ovoideo-saccati, infra medium crassiores, 30—35 × 15—17 μ, octospori. Sporidia conglobata, fusoidea, parum curvata, achroma, 17—20 × 4—5 μ, medio 1-septata, non constricta.

Eriophorum angustifolium *Roth.*

5. Septoria Eriophori n. sp. (Tab I, f. 5). — Perithecia foliicola, minutissima (70 μ), tenerrima, fusca, epidermide tecta, ostiolo denique circumcirca aperturam profundius tincto, prominentia. Sporidia numerosissima, coloris expertia, bacilliformia, p. m. undulato-curvata, apice acuta, basi truncata, 70—75 × 3 μ.

In iisdem foliis Leptosphaeriae speciem distinguere licuit, cujus tamen diagnosis, immaturitatis peritheciorum causa, proferre mihi non contigit.

CARYOPHYLLACÉES.

Cerastium alpinum *L.*

6. Pleospora Cerastii n. sp. — Foliicola, hypogena.

Perithecia atra, carbonacea, 70—100 μ. Asci pauci (vulgo 7) in eodem perithecio, clavati, 105 × 23 μ, 8-spori. Paraphyses non observavi. Sporidia disticha, obovato-oblonga, saturate fusca, fere opaca, 7-septata, murali-divisa, medio parum constricta, parte dimidia antica paulum latiore.

Silene acaulis *L.*

7. Leptosphaeria Silenes acaulis de Notaris (in Saccardo Syll. II, 47) (Tab. I, f. 6). — Sparsa, superficialis, epiphylla. Perithecia exigua, atra, rotundata, vertice attenuato-mammosa, e cellulis rotundatis molliusculis contexta, papulosa, ostiolo minuto hiantia. Asci crassiuscule clavati, 8-spori, 58—75 × 16—18 μ (in exemplis nostris 58 × 16 μ), paraphysibus coalescentibus. Sporidia fusoidea, utrimque obtusiuscula, levissime curvula, 32—40 × 6 μ (in nostris exemplis 28 × 6 μ), 3-septata, dilute luteolo-fuscescentia.

RENONCULACÉES.

Ranunculus nivalis *L.* var. sulphureus *Wahlenberg* Flora Lapponica, 157.

8. Leptosphaeria Weberi n. sp.*) (Tab. I, f. 7). — Perithecia hypophylla, minuta (100—150 μ), primitus infra epidermidem abscondita, postremo papilla obtuse-conica prominentia, sparsa, nigra. Asci maturi cylindraceo-clavati, brevissime stipitati, parum curvati, paraphysati, 60—70 × 14—16 μ. Sporidia, ut videtur, tristicha, fusoidea, stricta vel pl. m. falcata, utrimque obtusiuscula vel subacuta, triseptata, 25—37 × 5—7 μ, juniora dilutius, seniora saturatius olivacea, loculo secundo in multis ampliore.

9. Sphaerella nivalis n. sp. (Tab. I, f. 8). — Perithecia minuta, primitus infra epidermidem abscondita, postremo vertice prominula, poro pertusa, quoad structuram tenerrima. Asci cylindracei, brevissime pedicellati, 90 × 9 μ,

*) Dixi in honorem Collegae aestumatissimi Max Weber, Zoologiae et Anat. comp. professoris in Universitate Amstelaedamensi.

8-spori. Sporidia monosticha, coloris expertia, oblonga, 1-septata, loculo superiore subampliore, 11—12 × 4—5 μ.

10. **Metasphaeria Annae** n. sp. (Tab. I, f. 9) *). — Perithecia sparsa, minuta (200 μ), depresso-globosa, ostiolo vix papillato, laxe parenchymatosa, atra, glabra. Asci pauci, ovato-oblongi, inaequilateri, sessiles, 130 × 50 μ, 8-spori, membrana (saltem in statu non plane maturo) tumescente. Sporidia, ut videtur, tristicha, fusoidea, recta, utrimque obtusa, coloris expertia, utplurimum 6-septata, 60 × 14 μ (absque strato mucilaginoso, 3—4 μ crasso, sporidia obducente). Loculamenta 7 quoad capacitatem a se invicem valde diversa, ut patet e numeris sequentibus, quibus eorum altitudo indicatur: 6 μ, 7 μ, $9^1/_3$ μ, $11^2/_3$ μ, $11^2/_3$ μ, $9^1/_3$ μ, 7 μ.

M. pachyascae SACCARDO (Syll. II, 171), in foliis Campanulae Zoysii hospitanti, proxima. Huic vero »asci obovati" et »sporidia subhyalina" tribuuntur, dum auctores silent de differentia capacitatis quam in loculamentis sporidiorum in nostris exemplis observavi.

PAPAVÉRACÉES.

Papaver nudicaule *L.*

11. **Ascochyta Papaveris** n. sp. (Tab. I, f. 10). — Perithecia in pagina foliorum superiore (an etiam inferiore?) nigrescente sparsa, nigra, parva (200 μ), membranacea, e cellulis parenchymaticis satis amplis fuliginei coloris contexta. Sporulae late fusoideae vel subellipsoideae, coloris expertes, medio septatae, 9 × $3^1/_2$ μ, gelatine distentae, maxima copia e peritheciis erumpentes.

CRUCIFÈRES.

Draba alpina *L.*

12. **Ascochyta Drabae** n. sp. (Tab. I, f. 11). — Pe-

*) Dixi in honorem dominae ANNAE VAN BOSSE, Collegae aestumatissimi M. WEBER uxoris, Algarum in nostra patria scrutatoris indefessae.

rithecia in foliorum laminis petiolisque innata, sparsa, membranacea, atra, subsphaerica, poro centrali denique supra epidermidem prominentia, 100—130 μ. Sporulae oblongae, 10 × $2^1/_2$ μ, utrimque obtusae, medio septatae ibique levissime contractae, coloris expertes. Ob folia emarcida minime clarum an maculae in vivis sint distinguendae.

Cardamine bellidifolia *L.*

13. Pleospora herbarum *Rabenhorst* (in Herb. Mycolog. ed 2ª, nº. 547; Saccardo Syll. II, 247). (Tab. I, f. 12). — In caule. Asci in peritheciis peripherici 116 × 30 μ, centrales 80 × 32 μ, cylindracei, curvati, breve pedunculati, membrana ubique quoad crassitudinem aequali. Sporidia 35 × 15 μ, obscure fusca, parum pellucida, medio constricta, septis horizontalibus 7, verticalibus quibusdam murali-divisis.

Alium fungum, verosimiliter Sphaerellae speciem, ob statum immaturum rite explorare mihi non contigit.

Matthiola nudicaulis *Trautvetter* (Conspectus florae insul. Nowaja Semlja, 50).

14. Puccinia Dentariae *Fuckel* (Symbolae Mycolog. 1er Nachtr. 7 (295). — In foliis. (Tab. I, f. 13).

Il n'est nullement douteux que notre champignon ne soit identique avec celui trouvé d'abord par ALBERTINI et SCHWEINITZ (Conspectus fungorum in Lusatia sup. crescentium, aº. 1815, p. 129 sub »Uredo"), puis par FUCKEL, et plus tard encore par Mr. DE THÜMEN (Mycotheca universalis nº. 37) sur le *Dentaria bulbifera*. Non seulement les descriptions de l'espèce, culminant dans la diagnose de Mr. WINTER (Kryptogamen-Flora I, 177), s'accordent parfaitement avec les propriétés du champignon vivant sur le Matthiola, mais en outre il n'existait pas la moindre différence entre les objets originaires des herbiers vénaux de FUCKEL et de Mr. DE THÜMEN et ceux que j'avais l'occasion d'examiner. Les stries longitudinales d'une extrême finesse dont parle Mr. WINTER et que l'on observe sur les échantillons dans l'état sec, ne

faisaient non plus défaut dans nos exemplaires et nous frappaient même par leur netteté.

Il nous reste à fixer l'attention sur la rareté du champignon qui, après l'an 1805, époque où il fut découvert par ALBERTINI et SCHWEINITZ, ne fut retrouvé qu'en 1871 par FUCKEL. Les exemplaires de Mr. DE THÜMEN furent distribués en 1875 et ceux de Mr. WEBER récoltés en 1881.

Qu'il nous soit permis enfin de faire ressortir que les objets attaqués du *Dentaria*, dont font mention ALBERTINI et SCHWEINITZ, furent cueillis près de Neuwied en Juin et Juillet; tandis que les trouvailles de FUCKEL furent faites en Mai dans l'Oestricher Wald (Nassau), celles de Mr. DE THÜMEN en Septembre dans le Danemarck et la Finlande, et celles de Mr. WEBER en Août à Nowaja Semlja.

ROSACÉES.

Dryas octopetala *L.*

15. Sphaerella Octopetalae n sp. (Tab. I, f. 14). — Perithecia epiphylla, subgregaria, minutissima (50 μ), atra, absque ullo macularum vestigio, parte basilari in foliorum parenchymate abscondita, apicali vero supra epidermidem prominente, e parenchymate laxo, fuscescenti-nigro contexta. Asci maturi 70—80 $\times$ 25 μ, membrana sursum praesertim gelatinoso-incrassata, 8-spori, paraphysibus deficientibus. Sporidia coloris expertia, di-vel tristicha, oblongo-obovata, 21 $\times$ 7 μ, septata, ad septum levissime constricta, parte dimidia antica latiore subhemisphaerica circa 9 μ, postica paululum angustiore, magis oblonga, circa 12 μ longa.

Differt a *S. ootheca* (Saccardo Syll. II, 506) peritheciis dimidio minoribus, sporidiis contra fere dimidio majoribus; a *S. Dryadis* (ibid.) peritheciorum praesentia in pagina foliorum superiore, absentia in inferiore, minutie, sporidiis enucleatis, majoribus (cf. quoque figura AUERSWALDII in RABENHORST, Mycologia Europaea tab. VII, fig. 100); a *S. Biberwierensi* tandem macularum absentia, minutie, ascis 8- neque 6-sporis, sporidiis multo majoribus (cf. AUERSWALD l. c. t. VII, f. 101).

Potentilla fragiformis *L.*

16. Sphaerella Potentillae n. sp. (Tab. I, f. 15). — Perithecia in foliis aridis hospitantia, ... *). Asci inaequilateri, oblongo-clavati, aparaphysati, 70—80 × 14 μ, coloris expertes, membrana ubique aequali, vulgo 20 in eodem perithecio. Sporidia disticha, recta, coloris expertia, oblongo-obovata, 1-septata, 18—23 × 5—7 μ, parte dimidia anteriore latiore rotundata, posteriore multo angustiore, ad altitudinem septi paululum constricta.

17. Microthyrium arcticum n. sp. (Tab. I, f. 16). — Perithecia in foliis aridis amphigena, superficialia, vulgo gregaria, imo dense conferta, dimidiata, minuta (60—100 μ), atterrima, pl. m. nitentia, effoeta rugosa, centro perforata. Asci 35 × 7 μ. Sporidia disticha, coloris expertia, bacilliformia, medio septata.

PAPILIONACÉES.

Astragalus alpinus *L.*

18. Phoma Astragali alpini n. sp. (Tab. I, f. 17). — Perithecia caulogena, sparsa, atra, primo abscondita, denique superficialia, depresso-globosa, ostiolo breve-conico, 170—200 μ. Sporidia dilutissime flavescentia, continua, 6 × $2^1/_3$ μ, recta, utrimque obtusata, vacuolis in exemplis nostris siccatis perraro distinguendis.

19. Pleospora herbarum *Rabenhorst* (Herb. Mycol. ed 2ª, nº. 547), forma Astragali. — Foliicola, peritheciis 100 μ. Ascos non vidi. Sporidia opaca, nigro-fusca, transverse 7-septata, caeterum murali-divisa.

Oxytropis campestris *L.*

20. Pleospora herbarum *Rabenh.* (l. c.) forma Oxytropis. — Sporidia opaca, medio constricta, transverse 7-septata, murali-divisa, 35 × 16 μ.

---

*) Semel observata, postea frustra quaesita.

POLÉMONIACÉES.

Polemonium pulchellum *Bunge* (in Ledebour fl. Rossica III, 84).

21. Phoma Polemonii n. sp. (Tab. I, f. 18). — Perithecia phyllogena, subcarbonacea, innato-erumpentia, sparsa, minuta. Sporulae coloris expertes, oblongo-ovales, utrimque obtusae, $11^2/_3 \times 4^2/_3$ μ.

22. Pleospora herbarum *Rabh.* (l. c) forma Polemonii. — Asci et paraphyses deficientes. Sporidia saturate fusca, fere opaca, medio parum constricta, transverse 7-septata, caeterum murali-divisa, 37 × 14 μ.

LÉGENDE.

PLANCHE I.

Fig. 1. Asque et spore du *Pleospora Arctagrostidis* OUD.
" 2. " " " " *Sphaerella Tassiana* DE NOT.
" 3. " " " " *Leptosphaeria Hierochloae* OUD.
" 4. " " " " *Sphaerella saxatilis* SCHRÖTER.
" 5. Sporules du *Septoria Eriophori* OUD.
" 6. Asque et spore du *Leptosphaeria Silenes acaulis* DE NOT.
" 7. " " " " *Leptosphaeria Weberi* OUD.
" 8. " " " " *Sphaerella nivalis* OUD.
" 9. " " " " *Metasphaeria Annae* OUD.
" 10. Sporules de l' *Ascochyta Papaveris* OUD.
" 11. " " " *Ascochyta Drabae* OUD.
" 12. Asque du *Pleospora herbarum* RAB.
" 13. Spores du *Puccinia Dentariae* FUCK.
" 14. Asque et spore du *Sphaerella Octopetalae* OUD.
" 15. " " " " *Sphaerella Potentillae* OUD.
" 16. Périthèce dimidée et asque sporifère du *Microthyrium arcticum* OUD.
" 17. Sporules du *Phoma Astragali alpini* OUD.
" 18. " " *Phoma Polemonii* OUD.

PLANCHE II.

Fig. 1. Asque et spore du *Sphaerella Papaveris* FUCKEL.
„ 2. „ „ et spermatie du *Sphaerella Pachypleuri* FUCKEL.
„ 3. „ „ „ du *Sphaerella adusta* FUCKEL.
„ 4. „ „ spores „ *Sphaerella fusispora* FUCKEL.
„ 5. „ „ spore „ *Sphaeria Chamaejasmes* FUCKEL.
„ 6. „ „ spores „ *Pleospora Dryadis* FUCKEL.
„ 7. „ „ spore „ *Pleospora Matthiolae* FUCKEL.
„ 8. „ „ „ „ *Pleospora abbreviata* FUCKEL.
„ 9. „ „ „ „ *Pleospora hyperborea* FUCKEL.
„ 10. „ „ „ „ *Micropeziza Lychnidis* FUCKEL.

(Reproduction des figures 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 et 8 de la dissertation de Mr. L. FUCKEL contenue dans les „Reisen nach dem Nordpolarmeer in den Jahren 1870 und 1871, von M. TH. VON HEUGLIN, III, Braunschweig, 1874;" et des figures 1 et 4, planche I, appartenant à la dissertation du même auteur, contenue dans „Die zweite deutsche Nordpolarfahrt in den Jahren 1869 und 1870. Leipzig, F. A. BROCKHAUS, 1874)."

PLANCHE III.

Fig. 1. *Pleospora arctica* FUCKEL. — *a.* asque; *b.* spore pas encore mûre; *c.* spore mûre; *d.* pseudoparaphyse.
„ 2. *Pleospora paucitrichia* FUCKEL. — *a.* périthèce 32 fois agrandi; *b.* asque; *c.* spore.
„ 3. *Sphaeria nivalis* FUCKEL. — *a.* asque; *b.* spore.
„ 4. *Sphaeria arctica* FUCKEL. — *a.* deux asques; *b.* spore.
„ 5. *Ceratostoma foliicolum* FUCKEL. — *a.* périthèce 30 fois agrandi; *b.* spore.
„ 6. *Cytispora capitata* FUCKEL. — Spermatie.
„ 7. *Phoma Drabae* FUCKEL. — Stylospore.

(Reproduction des figures 2, 3, 5, 6, 7 et 8, planche I, appartenant à la dissertation de Mr. L. FUCKEL, contenue dans „Die zweite deutsche Nordpolarfahrt in den jahren 1869 und 1870. Leipzig, F. A. BROCKHAUS, 1874).

Fig 1

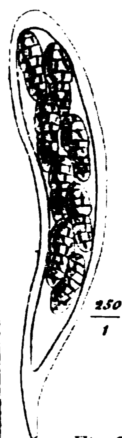


Fig. 2

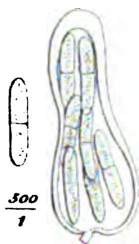


Fig. 3.

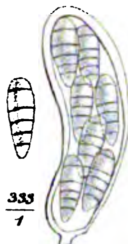


Fig. 4.

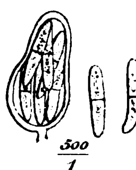


Fig. 5.



Fig. 6.

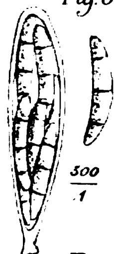


Fig. 7.

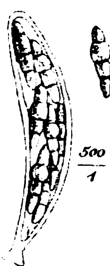


Fig. 8.

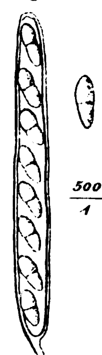


Fig. 9.

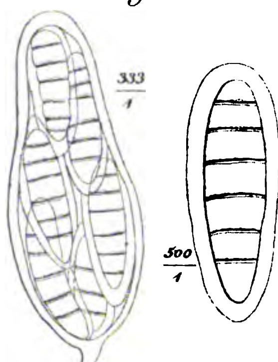


Fig. 10.

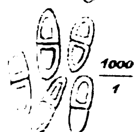


Fig. 11.

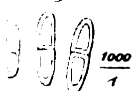


Fig. 12.



Fig. 13.

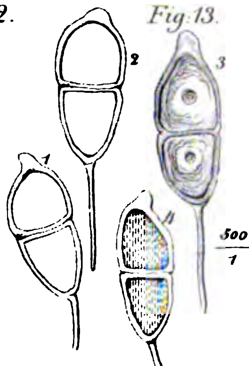


Fig. 14.

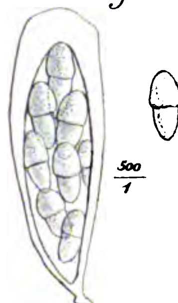


Fig. 15.

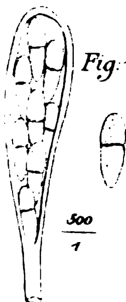


Fig. 16.

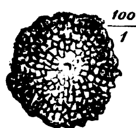


Fig. 17.

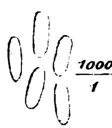
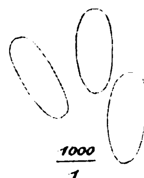
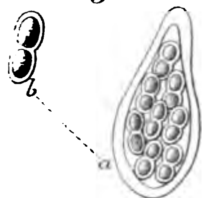
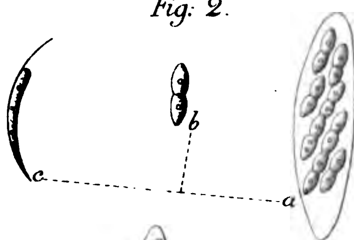
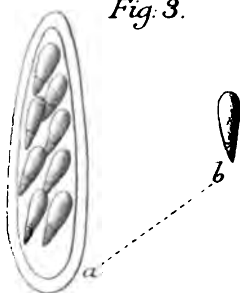


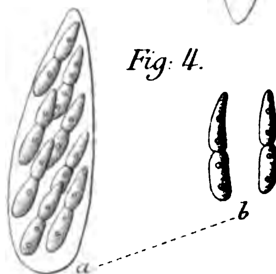
Fig. 18.

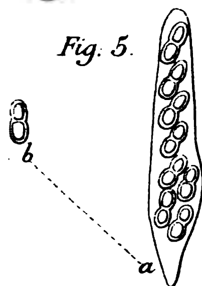


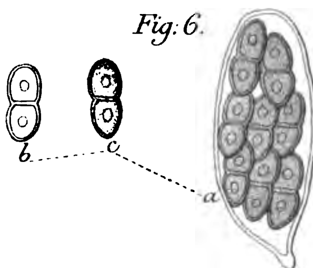

Fig: 1.
b
a

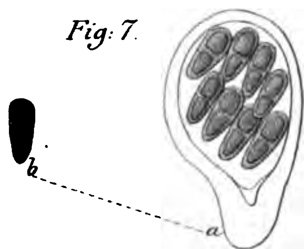

Fig: 2.
c
b
a

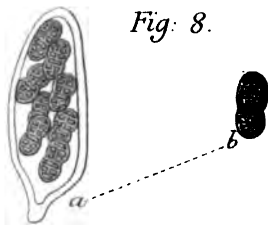

Fig: 3.
b
a

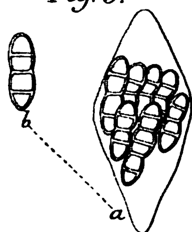

Fig: 4.
b
a

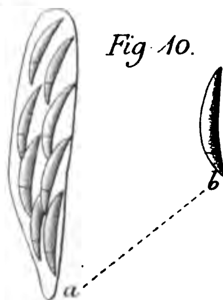

Fig: 5.
b
a


Fig: 6.
b
c
a


Fig: 7.
b
a


Fig: 8.
b
a


Fig: 9.
b
a


Fig 10.
b
a

Fuckel, del:

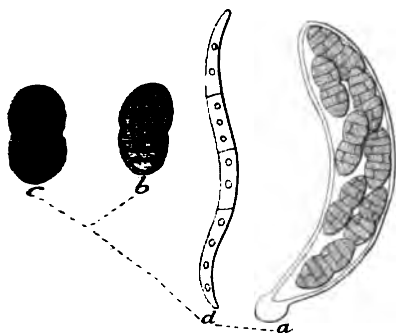


Fig: 1.

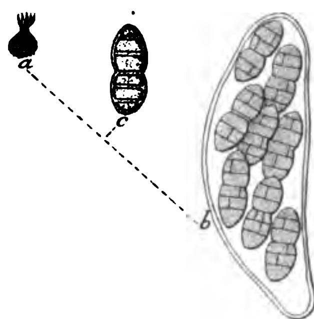


Fig: 2.

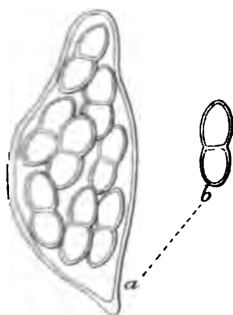


Fig: 3.

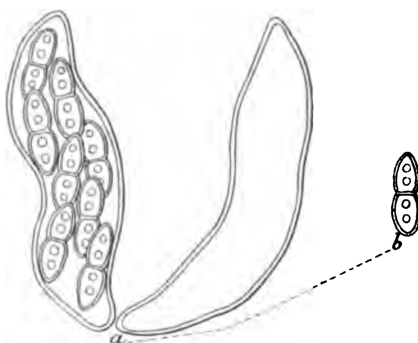


Fig: 4.

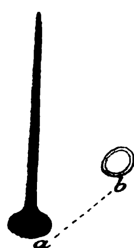


Fig: 5.



Fig: 6.



Fig: 7.

Fuckel del

PROCES-VERBAAL

VAN DE

GEWONE VERGADERING DER AFDEELING NATUURKUNDE,

op Zaterdag 28 November 1885.

Tegenwoordig de Heeren: BUYS BALLOT, Voorzitter, KORTEWEG, MAC GILLAVRY, VAN DER WAALS, HUBRECHT, BRUTEL DE LA RIVIÈRE, HOEK, BEIJERINCK, HOFFMANN, DE VRIES, ZAAIJER, SURINGAR, BIERENS DE HAAN, VAN DIESEN, SCHOLS, BOSSCHA, ZEEMAN, BEHRENS, A. C. OUDEMANS JR., PLACE, KAMERLINGH ONNES, STOKVIS en C. A. J. A. OUDEMANS, Secretaris.

— De Heer GUNNING heeft zijne afwezigheid schriftelijk verontschuldigd.

— Het Proces-Verbaal der vorige vergadering wordt gelezen en goedgekeurd.

— Worden gelezen brieven van dankzegging voor ontvangen werken der Akademie van de navolgenden:
1°. den Bibliothecaris van het Institut royal géologique de la Suède te Stockholm, 31 October 1885; 2°. J. THORBURN, Bibliothecaris der geological and natural history Survey te Sussex, 20 November 1885; 3°. A. LEIBIUS, Secretaris der royal Society of N. S. W. te Sydney, 30 September 1885; aangenomen voor bericht.

— Voorts brieven ten geleide van boekgeschenken van de navolgenden:

1°. W. E. HOYLE, Secretaris der royal physical Society te Edinburg, 6 November 1885; 2°. R. J. GLAZEBROOK, Secretaris der Cambridge philosophical Society te Cambridge, 1885; 3°. ZEISS, Voorzitter der botanische Gesellschaft te Landshut, 27 September 1885; 4°. R. HEIDENRAIN, Voorzitter der Schlesische Gesellschaft für vaterländische Cultur te Breslau, 1 Juli 1885; 8°. H. SANTESSON, Bibliothecaris van het Institut royal géologique de la Suède te Stockholm, 31 October 1885; 6°. J. J. BRIDE, Bibliothecaris der public Library te Melbourne, 22 September 1885; waarop het gewone besluit valt van schriftelijke dankzegging en plaatsing in de boekerij.

— Tot de ingekomen stukken behooren:

1°. eene missive van den Minister van Waterstaat, Handel en Nijverheid (den Haag, Nov. 1885), waarin der Afdeeling verzocht wordt, den Minister in te lichten omtrent de leefwijze van een klein Schaaldier (Limnoria terebrans), hetwelk, in paalwerk aan de zeekusten van Frankrijk waargenomen, een schadelijken invloed op het hout der borstweringen bleek uit te oefenen. Eene mededeeling over het dier, in een Fransch tijdschrift verschenen, is in afschrift aan de missive toegevoegd.

De Voorzitter wenscht de zaak, om advies, in handen gesteld te zien van eene Commissie, samengesteld uit de Heeren HUBRECHT, HOFFMANN, HOEK, VAN DIESEN, MICHAËLIS en VAN 'T HOFF. De eerstgenoemde vier Heeren, ter vergadering tegenwoordig, nemen de opdracht aan; aan de laatste twee zal van hunne benoeming schriftelijk kennis worden gegeven;

2°. een brief (Batavia, 30 Juni 1885) van den Heer Dr. C. TH. SLUITER, correspondeerend lid der Afdeeling, te Batavia, waarin de wensch wordt te kennen gegeven, dat de Afdeeling zich wende tot de Regeering met het verzoek, aan Nederlandsche zoölogen, die zich bereid zouden verklaren, aan het zoölogisch station te Batavia te gaan werken, het gaan naar Indië gemakkelijk te maken, door hun vrijen overtocht voor de heen- en t'huisreis te verstrekken.

De brief van den Heer SLUITER wordt in handen gesteld van de Heeren HUBRECHT en HOEK, met verzoek, der Afdeeling omtrent de daarin uitgedrukte wenschen te dienen van voorlichting en raad.

— De Heer MAC GILLAVRY deelt mede, dat vulling met vloeistof van den linker harteboezem van den mensch, in den rechter boezem een negatieven druk van ongeveer 6 millim. water doet ontstaan, en is van oordeel dat dit feit, althans voor een gedeelte, rekenschap geeft van de zoogenoemde eigen zuigkracht van het hart.

— De Heer PLACE spreekt over de berekening van den inhoud der hartekamer uit het dagelijksch verbruik aan zuurstof, en het verschil in zuurstofgehalte van het slagaderlijk en het aderlijk bloed, in verband met het aantal hartslagen in 24 uur. De inhoud der hartekamer wordt door den spreker op 100 c.c. geschat.

— De Heer BUYS BALLOT spreekt over de berekening van de Januari- en Juli-temperatuur voor de verschillende breedtecirkels en meridianen der aarde, uit de beste thans bestaande isothermkaarten, en wijst aan hoe men daaruit, indien die kaarten voor elke maand verbeterd zullen gegeven zijn, die verschillen uit den invoed van wind en stroomen zal kunnen verklaren. — Verder wordt in het licht gesteld, wat men reeds omtrent de wisseling van de warmte aan de geheele oppervlakte der aarde in den loop van het jaar kan opmaken.

— De Heer VAN DER WAALS spreekt over de plaats der buigpunten in de isothermische lijnen.

— Daar er verder niets te verhandelen is, sluit de Voorzitter de vergadering.

PROCES-VERBAAL

VAN DE

GEWONE VERGADERING DER AFDEELING NATUURKUNDE,

op Zaterdag 19 December 1885.

Tegenwoordig de Heeren: BUYS BALLOT, Voorzitter, HOFFMANN, ZAAIJER, SURINGAR, BIERENS DE HAAN, VAN DIESEN, SCHOLS, BOSSCHA, VAN BEMMELEN, PLACE, STOKVIS, RIJKE, KORTEWEG, KAMERLINGH ONNES, MAC GILLAVRY, HOEK, HUBRECHT, LORENTZ, FRANCHIMONT, MULDER, VAN 'T HOFF, BEIJERINCK, MICHAËLIS en C. A. J. A. OUDEMANS, Secretaris. Voorts van de Letterkundige Afdeeling de Heer: BEETS.

— Het Proces-Verbaal der vorige zitting wordt gelezen en goedgekeurd.

— Worden gelezen brieven van dankzegging voor ontvangen werken der Akademie van:

1°. FRANTZEN, Bibliothecaris van de Maatschappij der Nederlandsche Letterkunde te Leiden, November 1885; 2°. A. HUMBERT, Secretaris der Société de physique et d'histoire naturelle te Genève, 3 December 1885; 3°. P. G. TAIT, Secretaris der royal Society te Edinburgh, 9 April 1885; 4°. E. VON MARTENS, Secretaris der Gesellschaft naturforschender Freunde te Berlijn, 2 December 1885; aangenomen voor bericht.

— Voorts Brieven ten geleide van boekgeschenken van

de navolgenden: 1°. het Ministerie van binnenlandsche zaken te 's Gravenhage, 4 December 1885; 2°. G. C. W. Bohnensieg, Conservator van de Bibliotheek van Teylers Stichting te Haarlem, October 1885; 3°. J. Bosscha, Secretaris van de Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen te Haarlem, 30 November 1885; 4°. den Directeur van het Institut royal géologique de Hongrie te Budapest, 1 December 1885; 5°. J. C. Pilling, Bibliothecaris der U. S. geological Survey te Washington, 30 October 1885; 6°. den Secretaris van de Smithsonian Institution te Washington, 1885; waarop het gewone besluit valt van schriftelijke dankbetuiging en plaatsing in de Boekerij.

— Tot de ingekomen stukken behooren: 1°. eene kennisgeving van Mevr. de Wed. Harting (3 Dec. 1885), van het overlijden van haar echtgenoot: wijlen Prof. Dr. P. Harting, rustend lid der Akademie. — De Voorzitter herdenkt in korte woorden wat Harting voor de wetenschap, zijne studenten, de Akademie en de Maatschappij geweest is, en schetst hem als een voorbeeld ter navolging; 2°. een in het Engelsch geschreven adres over het »Elizabeth Thompson Science Fund" te Boston, waaruit geldelijke ondersteuning verstrekt kan worden voor onderzoekingen, welke de bevordering van menschelijke kennis of maatschappelijk welzijn ten doel hebben; 3°. een afdruk van een adres der Nederl. Dierk. Vereeniging aan de Tweede Kamer der Staten-Generaal: over de oprichting en het onderhoud van een zoölogisch Station aan de Nederlandsche Kust.

— De Commissie, benoemd om der Afdeeling te dienen van voorlichting en raad in zake het schriftelijk verzoek van Dr. C. P. Sluiter te Batavia, in de vorige vergadering ter kennis der leden gebracht, brengt verslag uit bij monde van den Heer Hubrecht. Zij komt, op gronden nader in haar rapport ontwikkeld, tot het voorstel, dat de Afdeeling aan den wensch van Dr. Sluiter gehoor geve, en zich wende tot de Hooge Regeering met eene warme aanbeveling van

zijn denkbeeld, om Nederlandsche beoefenaren der Dierkunde tot het bezoeken van het te Batavia door hem gestichte zoölogisch Station op te wekken, door het verleenen eener geldelijke subsidie uit de Staatskas, groot genoeg om de heen- en tehuisreis te bekostigen. Na eenige discussie, tusschen de Heeren HUBRECHT en BOSSCHA gevoerd naar aanleiding van de vraag, tot welk Hoofd der beide Departementen van Binnenlandsche Zaken of Koloniën, het adres der Afdeeling behoort gericht te worden, wordt besloten dit te doen toekomen aan den Minister van Binnenlandsche Zaken, doch Z.E. dan tevens uit te noodigen, zoo daartoe termen mochten bestaan, ter bereiking van het doel en het opheffen van wellicht in eene of andere richting zich openbarende bezwaren, in overleg te treden met zijn ambtgenoot voor Koloniën. Aan dezen Minister zal een afschrift van het adres aan den Minister van Binnenl. Zaken worden toegezonden.

— De Heer SURINGAR bespreekt de vertegenwoordiging van de familie der *Cacteeën* op de Nederlandsche West-Indische eilanden, naar aanleiding van de daarheen gemaakte reis in den vorigen winter. De soorten, die aldaar in het wild voorkomen, behooren tot de geslachten *Opuntia*, *Cereus* en *Melocactus*.

Van het geslacht *Opuntia* vermeldt hij vier soorten, als aangetroffen op de eilanden boven den wind, en een gelijk getal voor de eilanden beneden den wind. De *Cerei* zijn op eerstgenoemde twee, op laatstgenoemde vier in getal. Omtrent ééne soort van beide geslachten moet nog worden uitgemaakt, of zij aan beide groepen van eilanden gemeenschappelijk is, dan of het op beide zeer na verwante soorten zijn. De andere zijn alle verschillend. Onbekende vormen komen daarbij niet voor. Alleenlijk geven het medegebrachte materiaal en de gemaakte aanteekeningen aanleiding tot aanvulling van de kennis van hare kenmerken en begrenzing.

Het geslacht *Melocactus* wordt op de eilanden boven den wind door prachtexemplaren van den typischen vorm van *Melocactus communis* DC vertegenwoordigd; maar op de

eilanden beneden den wind werd een zeer groote verscheidenheid van andere, voor een goed deel nieuwe, vormen aangetroffen.

Van deze *Cacteeën* werden — behalve op reis gemaakte aanteekeningen — bloemen, vruchten en deelen van het lichaam op spiritus, van sommige *Cerei* en *Opuntia's*, en van de meeste *Melocacti*, levende exemplaren medegenomen. Deze laatste werden, na terugkomst in het vaderland, op groote schaal gephotographeerd, ten einde de kenmerken ten allen tijde te kunnen controleeren en een goeden grondslag te verkrijgen voor later te publiceeren afbeeldingen.

Spreker behandelt de kenmerken, die bij het geslacht *Melocactus* tot onderscheiding der soorten dienen en hunne betrekkelijke waarde. Hij heeft er naar gestreefd, om niet alleen de nieuw waargenomen vormen te beschrijven, maar ook om het verband tusschen de verschillende vormen op te sporen. Hier en daar zijn in verschillende richtingen divergeerende seriën op te merken.

De resultaten van zijn onderzoek zullen later, met de noodige afbeeldingen, meer uitvoerig worden gepubliceerd. Voorloopig worden hierbij de beschrijvingen gegeven van de nieuw gevonden *Melocacti*, benevens van een *Cereus*, die, hoewel reeds aan HERMANN, den voorganger van BOERHAAVE als Directeur van den Leidschen hortus, bekend, ten gevolge van misvatting en verwarring met andere soorten opnieuw benoemd is moeten worden.

Voor de Verslagen en Mededeelingen wordt een opstel toegezegd, waarin de diagnosen der tot hiertoe onbekend gebleven soorten gegeven zullen worden.

— De Heer VAN BEMMELEN deelt het volgende mede:

Dr. BAKHUIS ROOZEBOOM heeft zich bezig gehouden met de studie der dissociatieverschijnselen, bij eene verbinding van ammoniumbromuur met ammonia. De uitkomsten van dit onderzoek schijnen niet onbelangrijk, in verband met de vraag: of de wet van DEBRAY een criterium aanbiedt ter herkenning eener chemische verbinding in eene vloeistof, die in den toestand van dissociatie verkeert.

Gelijk bekend is, geldt zij als criterium voor vaste verbindingen in dissociatie.

Hare toepassing op vloeistoffen gaf tot nog toe slechts negatieve uitkomsten, dewijl nog geene vloeibare verbinding gevonden werd die, bij gelijkblijvende temperatuur, eene zelfde spanning behield, onafhankelijk van de hoeveelheid gas, welke door dissociatie verwijderd was.

Dit bleek niet alleen voor de gewone gasoplossingen (ISAMBERT en DEBRAY), maar ook voor stoffen als $S\,Cl_4$ en $S\,Cl_2$ (ISAMBERT en MICHAËLIS), welke zich ten opzichte der spanning gedroegen als oplossingen van Cl_2 in $S_2\,Cl_2$, aangezien de spanning bij vermindering van chloorgehalte steeds daalde. ISAMBERT en MICHAËLIS leidden uit hunne waarnemingen niet dezelfde gevolgtrekking af. Of men eene vloeistof, zooals $S\,Cl_4$, die zich onder den invloed van andere stoffen als chemische verbinding gedraagt, ook op zich zelve als zoodanig mag beschouwen, is voorzeker door de toepassing van DEBRAY's wet niet uit te maken, zoolang nog niet bekend is of er eene dergelijke vloeistof bestaat, of bestaan kan, welke aan die wet gehoorzaamt. Wel meende de heer GAY onlangs te hebben aangetoond, dat eene bepaalde verbinding mocht worden aangenomen in de oplossingen van NO in ferrozouten, maar deze meening berust op eene onjuiste interpretatie der proefnemingen, waaruit zich integendeel laat afleiden, dat het gehalte aan NO met de spanning wisselt.

De Heer ROOZEBOOM hoopt eerlang eenige waarnemingen bekend te maken betreffende de oplossing van Cl_2 in $Cr\,O_2\,Cl_2$ en de vloeistoffen NO Br en NO Br_3, uit welke wederom blijkt, dat de spanning dezer vloeistoffen afneemt met haar dalend gehalte aan Cl, of NO — ook bij gelijkblijvende temperatuur.

Andere stoffen als Br Cl, NO Cl_3, $NO_2\,Cl$, zijn uit dit oogpunt nog niet onderzocht. Het valt zeer te betwijfelen of eene standvastige spanning gevonden zal worden bij eenige dezer vloeistoffen.

Al de genoemde voorbeelden hebben dit gemeen: dat de vloeistof bij hare ontleding zich splitst in een gas en eene vloeistof. Het scheen van belang, ook den gang der verschijnselen na te gaan bij zulke vloeistoffen, wier ontledingsprodukten

een gas en eene vaste stof zijn. Het aantal dergelijke stoffen is vrij beperkt. Voorbeelden zijn: I Cl, $Se_2 Cl_2$, $Se_2 Br_2$, de verbinding van SO_2 met kamfer, en vooral de door TROOST (*Compt. Rend.* T 88 — T 94) ontdekte verbindingen van ammoniumzouten met NH_3, welke meestal boven eene zekere temperatuur vloeibaar worden.

Hoewel TROOST ook de dissociatie dezer laatste verbindingen onderzocht, zijn zijne opgaven te onbestemd om er iets uit af te leiden in betrekking tot de geldigheid der wet van DEBRAY, ook boven hare smeltpunten.

De Heer R. onderzocht die verschijnselen daarom nader bij de verbinding $NH_4 Br . 3 NH_3$.

Deze stof ontstaat in vloeibaren toestand door het vaste zout $NH_4 Br$ bij -1^0 te verzadigen met NH_3, bij een druk van 1 atm. De verkregen vloeistof kan tot ongeveer -12^0 afgekoeld worden vóór zij vast wordt. Het smeltpunt der verbinding is evenwel $8^0.7$— onder eigen druk.

Bepaalt men nu de spanningen der verbinding in vloeibaren en in vasten toestand, dan blijken deze te verschillen. De spanning van NH_3 boven de vaste verbinding is kleiner dan die boven de vloeistof, doch wordt bij $8^0.7$ daaraan gelijk:

Spanning van $NH_4 Br . 3 NH_3$

Temperatuur.	Vast.	Vloeibaar.
-20^0	180 m.M.	—
-15^0	227 »	—
-10^0	313 »	485 m.M.
-5^0	427 »	615 »
0^0	578 »	787 »
5^0	770 »	990 »
$8^0.7$	1155 »	1155 »
10^0	— »	1225 »
15^0	— »	1500 »

Laat men nu NH_3 gas uit, en bepaalt wederom de spanning boven de vloeistof, en vervolgens boven de vaste verbinding, die na genoegzame afkoeling ontstaat, dan blijkt de spanning der vloeistof voortdurend kleiner te worden, naarmate de hoeveelheid NH_3 vermindert.

De spanning der vaste verbinding blijft echter, gelijk te verwachten was, standvastig. Slechts wordt het smeltpunt voortdurend iets lager; telkens samenvallende met het punt waar de spanningslijn der vaste stof die der vloeistof ontmoet. *Aan elke samenstelling der vloeistof beantwoordt echter eene temperatuur, beneden welke ook hare spanning standvastig wordt*, en dit blijft, hoeveel NH_3 ook worde uitgelaten. Dit feit heeft plaats op het oogenblik, dat zich uit de vloeistof kristallen gaan afzetten van de verbinding NH_4 Br. NH_3. Elk verder uitlaten heeft slechts vermeerdering dier kristallen ten gevolge, terwijl de bovenstaande vloeistof eene onveranderde samenstelling behoudt. Hiermede moet dus noodwendig het standvastig blijven der spanning gepaard gaan. *De standvastige spanning bestaat dus voor die vloeistof, welke verzadigd is met de vaste verbinding* NH_4 Br . NH_3. De samenstelling dezer vloeistof verandert echter met de temperatuur. Hoe meer deze stijgt, hoe meer van de vaste verbinding wordt opgelost; de vloeistof, die verzadigd is, bevat dus steeds minder NH_3.

— 7°	2.74	NH_3	9°	2.60	NH_3
— 1°	2.69	»	12°	2.57	»
2°	2.66	»	16°	2.53	»
6.7	2.63	»	25°	2.45	»

Hieruit volgt, dat de temperatuur, beneden welke de spanning standvastig wordt, voor de vloeistof des te hooger gelegen is, naarmate haar gehalte aan NH_3 kleiner is. Dit bleek bij de bepalingen:

Gehalte aan NH_3	-10^0	-5^0	0^0	5^0	10^0	15^0	20^0	25^0	Temp. beneden welke $NH_4Br.NH_3$ aanwezig was.
mol.	m.M.								
3.04	500	641	811	1007	1253	1538	—	—	$< -10^0$
2.95	—	-	762	954	1185	1461	—	—	$< -10^0$
2.86	436	562	716	900	1121	1386	—	-	$< -10^0$
2.77	405	523	672	852	1060	—	—	—	-10^0
2.68	408	511	637	798	99	—	—	—	0^0
2.59	—	515	637	780	944	1161	—	--	10^0
2.50	—	—	—	—	945	1134	1368	---	19^0
2.41	408	512	636	780	945	1135	1350	1591	29^0
2.22	—	—	633	-	941	—	--	—	$> 30^0$
2.04	405	511	634	778	942	1129	1347	1585	$> 30^0$

Stelt men al deze waarden door lijnen voor, dan ziet men dat de spanningslijnen voor vloeistoffen van verschillend gehalte afgesneden worden door de spanningslijn der vloeistoffen, die bij verschillende temperaturen verzadigd zijn met de verbinding $NH_4Br . NH_3$. Beneden deze lijn *) kan

*) Het snijpunt dezer lijn met de spanningslijn der vaste verbinding NH_4Br $3 NH_3$ geeft tevens het laagste smeltpunt dier verbinding: $6^0.6$. Bij het vast worden eener vloeistof, die minder dan $3 NH_3$ bevat, vormt zich, nevens de vaste verbinding met $3 NH_3$ (A), ook eene bepaalde hoeveelheid der verbinding met $1 NH_3$ (B). Bij het smelten van A lost deze echter iets op van B Hoe meer van deze laatste voorhanden is, des te meer verlaagt zij het genoemde smeltpunt. Het laagste smeltpunt zal natuurlijk voorkomen, als de hoeveelheid van B zoo groot is, dat zij door de ontstane vloeistof A juist opgenomen kan worden. Dit geschiedt als de gemiddelde samenstelling bedraagt $NH_4Br . 2,63 NH_3$; welke samenstelling de bij $6^0.6$ verzadigde vloeistof bezit.

Men vindt deze temperatuur ook uit het snijpunt der lijnen, welke

men niet komen, hoeveel gas ook wordt uitgelaten, zoolang men nog blijft boven 1 mol. NH_3.

In het onderzochte geval blijkt dus, dat het ontstaan eener standvastige spanning bij de vloeistof onafscheidelijk verbonden is aan het ontstaan eener vaste stof, die minder gas bevat dan de vloeistof. Deze vaste stof bepaalt zelve niet de spanning, daar de verbinding NH_4 Br . NH_3 veel kleinere spanning heeft; maar veroorzaakt het standvastig blijven van de samenstelling der vloeistof en alzoo ook van hare spanning.

Is hier nu eene vloeistof, die, binnen zekere temperatuurgrenzen, de wet van DEBRAY volgt, zoo is men hiermede evenwel niet in staat te beslissen of de vloeistof, die de spanning uitoefent, als chemische verbinding mag opgevat worden. In haar geheel voorzeker niet; want hare samenstelling wisselt tusschen -10^0 en $+21^0$ van 2.77 NH_3 tot 2.45 NH_3. Of men in haar vloeistofmoleculen $NH_4Br . 3 NH_3$ nevens moleculen $NH_4Br . NH_3$ mag aannemen, is minstens hoogst twijfelachtig. De spanning toch is door die bijgemengde moleculen sterk gedaald en de regelmatige wijze waarop zij daalt, van 3 NH_3 tot 2.5 NH_3, zou eer doen besluiten, dat in de vloeistof de ammonia regelmatig verdeeld is tusschen alle moleculen NH_4 Br.

Bovendien, indien men de vloeistof bij 1 atm. druk verzadigt beneden de temperatuur, waarbij hare spanning 1 atm. bedraagt ($4^0.5$), dan bekomt men niet eene vloeistof van de juiste samenstelling NH_4 Br . 3 NH_3, maar van eene met de temperatuur afwisselende samenstelling; terwijl bij vaste verbindingen, in toestand van dissociatie, onder dergelijke omstandigheden de verbinding altijd geheel hersteld wordt.

— De Heer HUBRECHT geeft verslag van de uitkomsten,

---

voorstellen: 1°. de samenstelling der vloeistoffen, die bij verschillende temperaturen met de verbinding B verzadigd zijn; 2°. de smeltpunten van de verbinding A, bij aanwezigheid van verschillende hoeveelheden der verbinding B. De gesmolten verbinding A treedt dus op als oplosmiddel voor de vaste stof B, geheel op dezelfde wijze als water tegenover NaCl, en het laagste smeltpunt $6^0.6$ stemt geheel overeen met het smeltpunt der zoogenaamde kryo-hydraten.

door den Heer Dr. J. F. VAN BEMMELEN, adsistent in de dierkunde aan de Universiteit te Utrecht, verkregen bij het onderzoek naar de ontwikkeling en de metamorphose der kieuw- of visceraalspleten en der aortabogen bij embryonen van Tropidonotus natrix en Lacerta muralis.

Bij Tropidonotus bleken overblijfselen van alle vijf paar kieuwspleten te blijven bestaan.

Uit de eerste kieuwspleet ontstaat de tuba eustachii, die rudimentair blijft.

Van de tweede blijft een uit epitheelcellen opgebouwd lichaampje over, dicht achter de tuba.

De derde vindt men als een gesloten epitheelblaasje op het midden van de arteria carotis gelegen.

Uit de toppen van de vierde en vijfde ontstaat de thymus.

De plaats, waar deze spleten vlak naast elkander in den oesophagus uitmonden, rekt zich uit tot een steel, die op één plaats opzwelt tot een epitheelblaasje, dat bestaan blijft, terwijl de steel verdwijnt. Men vindt het ook bij volwassen Slangen tusschen de beide lappen der thymus ingelegen.

Bij Lacerta muralis gaan, in tegenstelling met Tropidonotus, de vierde en vijfde kieuwspleet reeds in een vroeg stadium van het embryonale leven verloren.; terwijl de thymus ontstaat uit de toppen van de tweede en derde.

Het overige epitheel der tweede kieuwspleet verdwijnt, dat der derde daarentegen ontwikkelt zich tot een blaasje, dat tegen den achterwand van den carotisboog aanligt, evenals het derivaat der gelijknamige spleet bij Tropidonotus. De carotis vormt op die plaats een kleinen plexus; er ontstaat dus eene zoogenaamde carotisklier.

Vóórdat het vijfde paar kieuwspleten verdwijnt, vormt de achterrand van de linker spleet eene epitheliaalwoekering, die zich als een gesloten epitheelblaasje afsnoert en gedurende het geheele embryonale leven op dezelfde plaats blijft liggen, n.l. asymmetrisch ter linkerzij van de trachea, vooraan in den dorsalen pericardiaalrand, en den vorm krijgt van een rond groot epitheliaal lichaam met dikken wand. De overeenkomst met de reeds vroeger door VAN BEMMELEN aangetroffen derivaten van het entoderm in den

pericardiaalwand bij haaien en roggen, zoowel in ligging en wijze van ontstaan, als in het asymmetrisch voorkomen (dat bij Elasmobranchii veelvuldig, bij Lacerta regelmatig zich schijnt voor te doen) wettigt het vermoeden, dat men hier met homologe organen te doen heeft, en wel in beide gevallen met rudimenten eener zesde kieuwspleet.

Bij Tropidonotus en Lacerta beide, ontstaan achtereenvolgens zes paar aortabogen, evenals bij Amphibiën, waarvan het voorste vóór het eerste paar kieuwspleten en het achterste achter het laatste paar kieuwspleten gelegen is. De twee voorste paren verliezen hun samenhang met den dorsalen vereenigingsstam reeds, wanneer de achterste paren pas aangelegd worden; wat er van hen overblijft vormt de carotis externa.

De derde aortaboog wordt carotis communis en tevens begin der carotis interna; de vierde levert de eigenlijke arcus aortae; de vijfde gaat zeer vroeg te gronde en de zesde wordt arteria pulmonalis. De resten van den vijfden boog ziet men nog in sommige embryonale stadiën tusschen de rudimenten der vierde en vijfde kieuwspleet liggen.

De thyreoidea ontstaat bij beide vormen als eene mediane ongepaarde uitstulping van den ventralen wand der mondholte; zij treedt niet, zooals bij Zoogdieren, in verband met resten der vierde kieuwspleet.

Reeds in zeer jonge stadiën is het verschil in histologischen bouw tusschen die gedeelten der kieuwspleten, welke thymus worden, en die welke blijvend een epitheliaal karakter behouden, zeer duidelijk zichtbaar.

Bij jonge exemplaren van Alligator lucius en Crocodilus sp. werd eene thymus gevonden, die zich uitstrekte van den achterwand van het labyrinth tot aan den oorsprong der groote arteriën uit het hart, en die aan dit laatste uiteinde een eivormig lichaampje droeg, door bindweefsel bevestigd aan den carotis-stam, op de plaats waar deze zich splitst in car. communis, art vertebralis en art. subclavia.

Bij een jong exemplaar van Emys Europaea was daarentegen de thymus klein en rond, samengesteld uit vele lobben en halverwege de lengte van den hals gelegen. In haar

binnenste bleek zij (op doorsneden) een afgerond, epitheliaal gebouwd lichaampje te bevatten. Tusschen arcus aortae, art. pulmonalis en ductus botalli, lagen ter weerszij twee eveneens epitheliale lichaampjes. Hieruit volgt met groote waarschijnlijkheid, dat bij dezen Schildpad, evenals bij Lacerta, de thymus een derivaat is van de tweede en derde kieuwspleet, en tusschen aorta en pulmonalis resten van de vierde en vijfde spleet blijvend voorkomen; zoodat ook hier de pulmonalis ontstaat uit den 6^{den} aortaboog.

Bij alle Reptiliën ligt de thymus in de onmiddellijke nabijheid van de arteria carotis, de vena jugularis, den nervus sympathicus en den nervus vagus. De laatste vormt in de nabijheid der tweede thymuslob een ganglion, dat, naar zijne ontwikkelingswijze te oordeelen, het homologon is van het ganglion nodosum der Zoogdieren. Geheel in denzelfden stand vindt men de thymus der Vogels. Hare grootte vertoont aanzienlijke verschillen. De thyreoidea der Vogels is in twee helften verdeeld, die ter weerszij aan het ondereind der thymus liggen; onder elke thyreoideahelft vindt men weer een epitheliaal lichaampje, gelegen tegen de carotis, op de plaats waar deze zich vertakt. Waarschijnlijk is dit lichaampje een derivaat der derde kieuwspleet. Bijna zeker is dit het geval met de zoogenaamde carotisklier der Zoogdieren.

— De Heer MAC GILLAVRY biedt uit naam van den Heer D. E. SIEGENBEEK VAN HEUKELOM voor de boekerij der Akademie een boekwerk aan, getiteld: *Pathologisch Bindweefsel*, en geeft een kort overzicht van de uitkomsten, waartoe de schrijver gekomen is. Deze zijn:

1°. Bij de nieuwvorming van bindweefsel vormen zich de nieuwe elementen steeds door Karyokinese;

2°. in tegenstelling met hetgeen tot nu toe geloofd werd, vond de schrijver dat in Sarcomen, die uren na den dood uit het lijk genomen werden, toch de phasen der Karyokinese gemakkelijk te herkennen zijn, mits men zich bediene van een door den schrijver in bijzonderheden aangegeven dahlia-eosine kleuring;

3°. dat de spoelvormige elementen in Sarcomen zich

onderscheiden van het nieuw gevormd bindweefsel der ontstekingshaarden door de sterke proliferatie (blijkende uit de talrijke *mitosen* in het praeparaat);

4°. dat de spoelvormige elementen der ware Sarcomen eene homogene en geene fibrillaire tusschencelstof leveren, en dat:

5°. de celachtige elementen van het bindweefsel in ontstekingshaarden zich uit endotheel-cellen en niet, zooals tegenwoordig door velen wordt aangenomen, ook uit leucocythen ontwikkelen, en het leucocythen-infiltraat bij dergelijke processen derhalve als een secundair verschijnsel moet beschouwd worden.

— Voor de Bibliotheek der Akademie worden verder aangeboden:

Door den Heer Bierens de Haan, uit naam van den Heer R. H. van Dorsten, diens Dissertatie, getiteld: »Theorie der kromming van lijnen op gebogene oppervlakten"; en door den Heer Schols: »Waterbouwkunde", deel III, 5e aflevering en deel IV, 5e aflevering.

— Daar er verder niets te verhandelen is, sluit de Voorzitter de vergadering.

RAPPORT

AAN DE

AFDEELING WIS- EN NATUURKUNDE VAN DE KONINKLIJKE AKADEMIE VAN WETENSCHAPPEN TE AMSTERDAM.

(Uitgebracht in de Vergadering van 19 December 1885).

Het schrijven van Dr. C. P. Sluiter, correspondeerend lid der Afdeeling Wis- en Natuurkunde van de Koninklijke Akademie van Wetenschappen aan die Afdeeling, d.d. 30 Juni 1885, heeft een tweeledig doel:

1°. vestigt Dr. Sluiter de aandacht der Afdeeling op de gelegenheid, die thans door zijne onafgebroken inspanning en door de medewerking van de Natuurkundige Vereeniging in Nederlandsch-Indië en de Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen (Haarlem), te Batavia geopend is om zoölogische onderzoekingen in eene passende omgeving en met de benoodigde hulpmiddelen te kunnen verrichten;

2°. wenscht hij, dat de Afdeeling zich tot de Regeering wende om van deze te verkrijgen, dat zij door eene geldelijke tegemoetkoming Nederlandsche dierkundigen tot een bezoek aan die instelling in staat stelle.

Reeds thans hebben twee buitenlandsche geleerden: een hoogleeraar uit Moskou (Korotneff) en een privaatdocent uit Göttingen (Dr. Broek), zich te Batavia met het onderzoek der zeefauna bezig gehouden.

Dr. Sluiter acht het van veel belang dat ook landge-

nooten van de voordeelen der jeugdige inrichting de vruchten plukken; hij vreest echter dat de reiskosten heen en terug naar Batavia en de kosten van het verblijf aldaar het den meesten onmogelijk zullen maken.

De ondergeteekenden, aangewezen om over den inhoud van dezen brief van ons medelid Dr. Sluiter aan de Afdeeling te rapporteeren, wenschen voorop te stellen, dat ook zij in de stichting van Dr. Sluiter, die, op bescheiden schaal aanvangende, een grootsch doel nastreeft, eene instelling zien, die zeer zeker van beteekenis kan worden in de zoölogische wetenschap; die reeds daarom krachtigen steun, ook van Regeeringswege, verdient, en die bovendien zeer dadelijk nut kan afwerpen voor Nederlandsche dierkundigen, die nog niet door ambtelijke banden op den vaderlandschen grond worden teruggehouden. Deze toch kunnen te Batavia in de inrichting van Dr. Sluiter niet alleen medewerken om onze kennis der fauna van den Indischen Archipel te vermeerderen, en om de anatomische gegevens, die wij over talrijke tropische zeedieren van uitnemend wetenschappelijk belang bezitten, in gewenschten zin uit te breiden, maar zij kunnen ook, door een tijdelijk verblijf in de tropen, zich een ruimeren blik op de organische natuur in al hare uitingen verschaffen, die hun zeer zeker eene grootere geschiktheid geven zal voor het vervullen van betrekkingen bij de verschillende takken van natuurhistorisch onderwijs in het moederland.

Zoowel het belang van de uitbreiding onzer kennis van de Koloniën als het algemeen wetenschappelijk belang zijn er dus bij betrokken, dat van de stichting van Dr. Sluiter ook door Nederlanders een ruim gebruik worde gemaakt. Mocht de Afdeeling kunnen besluiten, aan het verlangen van Dr. Sluiter gevolg te geven en zich te dezer zake tot de Regeering te wenden, dan komt het den ondergeteekenden voor, dat zij zich op dien grond zoowel tot den Minister van Koloniën als tot den Minister van Binnenlandsche Zaken te richten zal hebben.

Wat nu het verstrekken van reis- en verblijfkosten betreft, zoo worden deze in een gelijksoortig geval ook thans

reeds aan Nederlandsche dierkundigen verleend, en wel voor zoover zij de Nederlandsche werktafel in het zoölogisch Station te Napels bezoeken.

Nu valt het niet te onkennen, dat de inrichting te Napels door hare nabijheid, door hare grootsche organisatie en door de onovertroffen volledigheid harer hulpmiddelen, in beteekenis voor de dierkundige wetenschap en ook in haar direct belang voor Nederlandsche dierkundigen, Dr. SLUITER's stichting ver achter zich laat, maar daartegenover mag niet uit het oog worden verloren, dat, door hare ligging in de tropische zeeën, in laatstgenoemde inrichting *andere* vraagstukken tot oplossing kunnen gebracht worden dan te Napels. Immers, de fauna van de Middellandsche Zee is in zeer vele opzichten belangrijk verschillend van die der Indische. En waar nu een Nederlandsch geleerde, door eigen initiatief en in weerwil van talrijke bezwaren en veelzijdige tegenwerking, er in slaagt een veld te openen, waarop door vakgenooten uit het moederland zal kunnen worden gearbeid, daar verdient dit streven voorzeker aller ondersteuning, en in de eerste plaats die onzer Afdeeling.

De ondergeteekenden hebben dus de eer, aan de Afdeeling voor te stellen, om, op de hierboven ontwikkelde gronden, zich te wenden tot de Regeering met eene warme aanbeveling van Dr. SLUITER's verzoek. Wellicht verdient het overweging, de aandacht der Regeering er tevens op te vestigen, dat Dr. TREUB, Directeur van 's Lands Plantentuin te Buitenzorg, onlangs op botanisch gebied eene gelijksoortige inrichting geopend heeft, die reeds door buitenlandsche plantkundigen, die daar langeren tijd vertoefden, met wetenschappelijke doeleinden bezocht werd.

Mogelijkerwijze zal het voorstel om door geldelijke subsidie het verkeer tusschen het moederland en die wetenschappelijke instituten in de Koloniën blijvend te bestendigen, een des te geopender oor bij de Regeering vinden, wanneer zij inziet, dat de toegestane gelden afwisselend aan dier- en plantkundigen zullen kunnen ten goede komen, en er geen vrees behoeft te bestaan, dat van deze gelegenheid geen gebruik zou worden gemaakt, of wel dat zoodanig gebruik

— daarvoor zijn ons de namen der stichters borg – niet in de eerste plaats en in ruime mate aan de biologische wetenschap ten goede zou komen.

Utrecht en *Leiden*,
13 December 1885.

A. A. W. HUBRECHT.
P. P. C. HOEK.

MELOCACTI NOVI

EX INSULIS

ARCHIPELAGI INDICI-OCCIDENTALIS NEERLANDICIS CURAÇAO, ARUBA ET BONAIRE.

AUCT.

W. F. R. SURINGAR.

(conc. Acad. Reg. Neerl. Scient. Amstelod. d.d. XIX Dec. 1885).

M. parvispinus.

Caulis depresso-globosus pallide viridis.

Costae 16 mediocres, dorso acuto inter areolas nasuto (i. e. oblique deorsum crenato) lateribus inflatis et undulatis, sulcis latis subflexuosis.

Areolae numerosae approximatae parvae valde oblongae fuscae glabrae.

Spinae exiguae vix diversae, radicibus fuscis vix fimbriato-marginatis sordide griseo-virescentes;

marginales 8—11 patentes fere aequaliter radiantes, superiores tenuissimae et brevissimae, infima lateralibus longior (ad 2 cm.) et crassior, omnes rectae vel laterales paullum sursum curvatae, cum vicinis vix cruciatae;

centrales (1—)2, inferior plorumque porrecta longior (ad $2^1/_2$ cm.) et firmior, basi obtusangula vel a latere compressa, superior minor sursum patens rarius deficiens.

Cephalium teres setulis fusco-rubris parcis conspersum.

Flores et *fructus* ignoti.

Ex insula *Bonaire*. Accedit ad *M. communis* formam, quam

descripserunt LK. et OTTO, at spina centralis inferior semper infima marginali longior.

M. Koolwijkianus.

Caulis depresso-ovatus subcoerulescenti-viridis.

Costae 11 latiusculae circa areolas inflatae, dorso inter areolas subacuto evidenter nasuto, lateribus undulatis, sulcis latis subflexuosis.

Areolae non valde numerosae subapproximatae, fere orbiculares parvae impressae, parcissime albo-tomentosae.

Spinae mediocres vix diversae, e radice rubro, griseo-fusco vaginato, vix fimbriato, pallide carneae, diaphanae lineares apice nonnumquam rubro subito acutae;

marginales 10 fere aequaliter radiantes plus minus versus caulem recurvatae cum vicinis cruciatae, paullum compressae, suprema parva lateralibus et infima subaequalibus (2—$2^1/_2$ cm.);

centrales (2—)3 sub-obtusangulae; infima firmior et longior ($2^3/_4$ cm.) paullum deorsum directa, superior vel superiores duae sursum patentes rectae vel plus minus sursum recurvatae minores (2—$2^1/_2$ cm.).

Cephalium teres setis rubris subfasciculatis et subspiraliter ordinatis munitum.

Flores et *fructus* non vidi.

Ex insula *Aruba*. Seriei *M. rubelli* fortasse initium.

M. rubellus.

Caulis conicus pallide coerulescenti-viridis.

Costae 11, una alterave versus apicem bifida, spiraliter obliquae obtusissimae circa areolas cylindraceo-inflatae, inter eas profunde transverse plicatae, dorso obtuso nasuto, inferne latiores, superne angustatae compressae, sulcis profundis angustis plus minus flexuosis.

Areolae satis numerosae approximatae parvae orbiculares immersae, late circumvallatae, tomento primum copioso albo, demum parcissimo fuscescente praeditae.

Spinae evidenter diversae, plus minus quadrangulares tena-

ces flexiles, primum obscure coccineae tum lutescentes subdiaphanae brevi et apice rubellis, radicibus obscure fuscis margine dilutiore demum albo-fimbriato;

marginales 13—16, plerumque 14, superiores 1—5 breves tenues antrorsum flexae, lateralium pares 2—6, plerumque 4, patentissimae parallelae cum vicinis intertextae, super costam adjacentem extensae longae ($3^1/_2$ cm.) inferiores 3—5 radiantes rectae firmiores, lateralibus aequales vel paullo breviores.

Centrales 4, in rhombum satis angustum dispositae divergenti-porrectae, omnes plerumque sursum curvatae aequales, marginalibus firmiores et longiores ($4—4^1/_2$ cm.).

Cephalium (junius, complanatum) setis firmiusculis fasciculatis subcurvatis rubris praeditum.

Flores non vidi.

Bacca coccinea oblonga.

Ex insula *Aruba*.

M. (*rubellus*) *hexacanthus*.

Differt a typo praecedente: *spinis centralibus* 6 – 7, additis pari novo et interdum spina mediana nova super rhombum spinarum primariarum. Harum infima longior (4 cm.) ceterae breviores (ad $3^1/_2$ imo $2^1/_2$ cm.).

Cephalium disciforme setis rubris tenuibus satis aequaliter sparsis munitum.

Eodem loco. *M. Zuccharini* MIQ. aliquanto analogus.

M. (*rubellus*) *ferox*.

Differt a typo indicato:

Costis (10 alternis apice bifidis, *spinis centralibus* 3 (rarius 2) longioribus (5 cm.) marginalibus lateralibus inaequaliter sursum curvatis.

Eodem loco.

M. stramineus.

Caulis ovoideo-globosus laete viridis.

Costae 13 acutae, circa areolas inflatae, dorso inter eas breviter nasuto, sulcis acutis subrectis.

Areolae satis numerosae subapproximatae oblongae immersae, tomento nullo.

Spinae vix diversae, tenues aciculares subrectae, teretes vel paullum compressae, stramineae vix diaphanae, radicibus obscure fusco-vaginatis longe et dense albo-fimbriatis;

marginales 9—10, suprema saepe obsoleta paribus proximis tenuissimis versus caulem decurvatis, ceteris fere aequaliter radiantibus ad $3^1/_2$ cm. longis;

centrales (2—)3, inferiore deorsum patente, recto vel paullum deorsum recurvato longiore ($3^1/_2$—4 cm.) superiore vel superioribus binis sursum patentibus rectis vel paullum sursum recurvatis brevioribus (3 cm.).

Cephalium teres, setis tenuibus cinnabarinis numerosis conspersum.

Flos mediocris obscure coccineus, petalis linearibus obtusis, stigmatibus (in flore semiaperto adhuc conniventibus) albidis.

Bacca longissima (4—5 cm.) elongato-clavata.

Ex insula *Aruba.*

M. (*stramineus?*) *trichacanthus.*

Caulis conicus pallide viridis.

Costae 11, aliquanto spiraliter obliquae acutae basi latiores versus apicem angustatae, circa areolas inflatae, inter eas transverse plicatae, dorso breviter nasuto, sulcis flexuosis.

Areolae non valde numerosae remotiusculae valde oblongae, immersae, anguste convallatae, tomento nullo.

Spinae valde diversae, rotundato-angulatae et compressae stramineae diaphanae, radicibus atrofuscis longe albo-fimbriatis;

marginales 12—13 patentissimae, saepe costam adjacentem attingentes, setiformes et sursum recurvatae, superiores 1 3 breves tenues, laterales per pares plerumque 3 parallelae longissimae (ad $3^1/_2$ cm.) inferiores 3 aequaliter radiantes rectae subbreviores (3 cm.);

centrales (3—)4 firmiores in rhombum vel triangulum obliquum dispositae, 3 (vel 2) inferiores plerumque inter se aequales longiores ($4^1/_2$—5 cm.) superiore subbreviore, sola vel cum inferioribus paullum sursum curvata.

Cephalium teres, setis tenuibus cinnabarinis sparsis dense obsitum.

Flores non vidi.

Bacca oblonga.

Ex insula Aruba. *M. stramineo* proxime affinis et probabiliter in eandem formarum seriem cum illa conjungenda.

M. reversus.

Caulis depresso-globosus pallide sed laete viridis.

Costae 15 subcompressae circa areolas inflatae transverse undulatae dorso sursum obnasuto, sulcis acutis paullum flexuosis.

Areolae pauciores remotiuscolae vix immersae magnae et valde oblongae, tomento nullo.

Spinae paullum diversae subcurvatae, teretes vel subcompressae sensim acutae, corneae diaphanae flavo-fuscae, radicibus fuscis basi plumbeo-vaginatis, breviter albo-fimbriatis; *marginales* 10 (—9) fere aequaliter radiantes introrsum (versus caulem) recurvatae, cum vicinis cruciatae, interdum costam adjacentem attingentes, superiores brevissimae, laterales et infima, plerumque recta, satis longae (ad 3 cm.); *centrales* 2 (—3), inferior porrectus vel paullulum deorsum patens, plerumque rectus, longior (3 cm.) superiore vel superioribus binis sursum patentes, plerumque etiam sursum curvatae, breviores (2—$2^1/_2$ cm.).

Cephalium teres, setis crebris sparsis incurvis fusco-rubris obsitum.

Flores et *fructus* nondum observati.

Ex insula *Aruba.*

M. rectiusculus.

Caulis depresso-globosus coerulescenti-viridis.

Costae 11 latae convexae, circa areolas vix inflatae, dorso inter eas depresso-crenato, sulcis complanatis fere rectis.

Areolae paucae remotiusculae oblongae vix inmersae anguste convallatae, inter spinarum radices fusco-lineatae, tomento nullo.

Spinae paullum diversae, breves, firmiusculae teretes curvatae olivaceo fuscae, interdum aliquantum pruinosae, radicibus fusco-nigris anguste albo-marginatis,

marginales 10, saepe 9, deficiente suprema, haec, et interdum proximae, minimae tenues, ceterae aequaliter radiantes et deorsum recurvatae, infima longissima (2—$2^1/_2$ cm.),

centrales 2, vel, deficiente superiore, 1, haec sursum curvata, inferior plerumque longior ($2^1/_2$—3 cm.) porrecta vel paullum deorsum patens, recta.

Cephalium complanato-globosum, setis firmiusculis rubris subfasciculatis et spiraliter ordinatis munitum.

Flores et *fructus* non vidi.

Ex insula *Aruba*. *M. Monvilleano* MIQ. affinis et fortasse hujus seriei initium habendus.

Ejusdem forma videtur:

M. angusticostatus.

Differt: costis 12 angustioribus, spinis centralibus 2—3, marginalibus rectis vel paullum introrsum vel deorsum curvatis.

Bacca crassa, obovato-clavata.

Cum praecedente, eodem loco.

M. Monvilleanus MIQ.

(Descriptionem addo, quia Miquelius suam e fragmento mortuo tantummodo petivit).

Caulis compresso-conico-globosus, pallide coerulescenti-viridis.

Costae 11 latissimae plus minus obliquae, circa areolas paullum inflatae vix transverse undulatae, dorso inter eas acuto depresso-crenato et subnasuto, sulcis fere rectis.

Areolae paucissimae remotae, magnae, breviter oblongae vix immersae angutissime vallatae, tomento brevi griseo parco vestitae.

Spinae firmae arcuatae non valde diversae, teretes et aliquanto ancipite-complanatae, sordide fuscae, dense griseo-pruinosae, radicibus fuscis non fimbriatis,

marginales (9—) 10 aequaliter radiantes patentissimae deorsum arcuatae, superiores brevissimae ceterae sensim longiores, infima longissima ($3^1/_2$ cm.),

centrales 2, rarius, superioribus binis, 3, superior sursum patens et arcuatus minor ($3—3^1/_2$ cm.) inferior porrectus rectus longior (4 cm.).

Cephalium latum complanatum setis crebris sparsis fusco-rubris obsitum.

Flores non vidi.

Bacca longe clavata crassa.

Ex insula *Aruba*.

M. approximatus.

Caulis compresso-globosus obscure coerulescenti-viridis.

Costae 11 latissimae convexae circa areolas late inflatae, lateribus vix transverse undulatis, dorso inter areolas acuto vix et brevissime nasuto, sulcis dilatatis subrectis.

Areolae paucissimae remotae magnae oblongae, immersae, late convallatae, juniores dense griseo-tomentosae, inferiores tomento parco fusco vel nullo.

Spinae firmae satis diversae prismaticae et subcompressae, sordide fusco-violaceae pruinosae, radicibus griseo-fuscis, non vel vix fimbriatis,

marginales 11—13 fere aequaliter radiantes patentissimae rectae vel paullum deorsum curvatae subaequales vel laterales longiores (ad $4^1/_2$ cm.) cum vicinis cruciatae, superiores interdum brevissimae,

centrales 4 (rarius, deficientibus lateralibus, 2) in rhombum valde approximatae subaequales satis longae (5 cm.) porrectae, rectae vel inferior paullulum deorsum, ceterae paullulum sursum curvatae.

Cephalium complanatum, setis crebris sparsis fusco-rubris munitum.

Flores non vidi.

Bacca elongato-clavata.

Ex insula *Aruba*. Cum *M. Monvilleano* MIQ. aliquam affinitatem, at remotiorem, praebet.

M. Evertszianus.

Caulis depresso-ovato-conicus coerulescenti-viridis.

Costae latae convexae vix transverse undulatae, dorso inter areolas brevissime sed distincte nasuto, sulcis dilatatis subrectis.

Areolae non valde numerosae subapproximatae, juniores orbiculares, tum suboblongae, immersae adpresse vallatae, tomento flavo-fusco vestitae.

Spinae valde diversae, sordide fuscae puinosae, radicibus fusco-nigris albo-marginatis;

marginales 10—12 setiformes, superiores 1—3 debiles breviores ($1^1/_2$—2 cm.) decurvatae, interdum obsoletae, laterales per paria 3 (2—4) parallelae costam adjacentem fere pertingentes, inferioribus hisce aequales (4 cm.) sed, inprimis infirma, fimiores, radiantes;

centrales (2—) 3 rarius 4, in rhombum, seriem rectam vel triangulum obliquum vel aequilateralem dispositae, non valde divergentes, firmae rectae quadrangulares subaequales (5—6 cm.) vel superior aliquanto brevior.

Ex insula *Aruba*. Nexum cum *M.* (*stramineuo*) *trichacantho* et cum serie *Monvilleani* praebet.

M. patens.

Caulis subovato-oblongus plus minus obliquus obscure viridis.

Costae 13 subcompressae, circa areolas paullum inflatae, lateribus vix undulatis, dorso obtusiusculo, in superiore caulis parte sursum, in inferiore parte deorsum nasuto, sulcis profundis subrectis.

Areolae multae subapproximatae orbiculares impressae, juniores parvae albo-tomentosae, mox majores nudae.

Spinae firmae rectae satis diversae, basiquadrangulari, ru-

brae demum sordide fuscae, radicibus pallide, demum obscure fuscis non fimbriatis;

marginales 10—12 patentes aequaliter radiantes, superioribus brevioribus (ad $1^1/_2$ cm.) vel deficientibus, lateralibus et infima fere aequalibus ($2^1/_2$ cm.);

centrales 3 in triangulum regularem dispositae aequaliter divergentes, subaequales ($3^1/_2$—4 cm.).

Cephalium (junius) parvum, setis firmiusculis parcis fasciculatis rubris munitum.

Flos parvus roseo-coccineus, petalis paucis angustis subacutis, stigmatibus 3—4 albis.

Fructus non vidi.

Ex insula *Bonaire*.

M. macracanthus Salm Dyck; forma *elegans*.

Differt a typo: spinis eburneo-albis apicibus roseis et (spinarum centralium) rubrofuscis.

Ex insula *Bonaire*.

M. cornutus.

Caulis ovatus obscure coerulescenti-viridis.

Costae 13 compressae obtusae, circa areolas in formam coni inflatae, lateribus tenuiter undulatis, dorso obtuso aequaliter brevi-nasuto, sulcis profundis acutis rectiusculis.

Areolae numerosae approximatae suborbiculares mediocres, fere superficiales anguste convallatae, tomento primum albo demum griseo satis dense vestitae.

Spinae valde diversae firmae rigidae, fusco-rubrae, demum, praesertim marginales, pro parte flavidae, teretes, satis subito acutae, radicibus tomento immersis basi griseis, superne pallide flavo-rubris non fimbriatis;

marginales 12—14 patentissimae aequaliter radiantes breviusculae (ad 2 cm.) cum vicinis non cruciatae rectae aciculares pallidae basi et apice rubrae, superior brevis ant obsoleta, laterales et infima subaequales;

centrales 2 validissimae, inferior deorsum patens, plerum-

que paullum sursum incurvata, teres vel obtuse quadrangularis, longior ($3^1/_2$—4 cm.) et crassior (2 mm.) superior plerumque duplo minor (2 cm.) tenuior, sursum patens et cornu instar sursum curvata.

Cephalium (junius) parvum complanatum setis brevibus fuscis aliquanto curvatis et fasciculatis munitum.

Flos roseus, stigmatibus albis.

Fructus non visus.

Ex insula *Curaçao.*

M. intermedius.

Caulis ovatus saturate viridis.

Costae 12 satis compressae et altae, circa areolas in formam cylindri inflatae, lateribus evidenter transverse undulatis, dorso obtuso, inter areolas insigniter nasuto, sulcis profundis angustis, evidenter undulatis.

Areolae numerosae approximatae, juniores orbiculares vel obovatae albo-tomentosae, vetustiores suboblongae parvae tomento griseo parciore vestitae, fere superficiales sed inferne et superne dorso elevato alto-inclusae.

Spinae rigidae valde diversae rubrae, marginales demum pallescentes, radicibus griseo-atris vel fuscis non fimbriatis;

marginales 12—14 subcompressae lineares subito acutae, superior brevis antice flexa, laterales per paria 3—4 approximatae aliquanto parallelae, inferiores 3—5 aequaliter radiantes paullum firmiores nunc breviores nunc aequales vel longiores ($2^3/_4$ cm.);

centrales 4 e basi obtuse quadrangulari teretes apice subito acutae, validiores, suprema minor (2—3 cm.) infima maior ($3^1/_2$—4 cm.) omnes aliquanto, suprema fortius, sursum curvatae.

Cephalium non vidi.

Ex insula *Curaçao.* Medius inter *M. cornutum* et. *M. pyramidalem* Salm Dijck.

M. pusillus.

Caulis depresso-ovato-conicus, parvus (15 cm. latus 12 cm. altus) pallide coerulescente-viridis.

Costae 15 mediocres obtusae, circa areolas insigniter inflatae, lateribus transverse plicatis, dorso alte crenato, hic illic breviter et obtuse nasuto, sulcis in superiore parte profundis et valde angustis, versus basin dilatatis et obsoletis.

Areolae satis numerosae approximatae parvae oblongo-ovatae fere superficiales, tomento albo demum griseo vestitae.

Spinae rigidae valde diversae rectae rubro-fuscae, posthac flavo-fuscae, basi et apicibus rubris, marginales pruinosae, centrales magis diaphanae, radicibus tomento immersis griseo-fuscis;

marginales 12—14 patentissimae fere aequaliter radiantes, suprema brevissima, laterales et infima fere aequales (ad $1^1/_2$ cm.) cum vicinis non cruciatae;

centrales 2—3 aequaliter divergentes, aequales vel inferior aliquanto longior (2—$2^1/_2$ cm.), haec recta vel paullum deorsum curvata, prismatico-teretes apice satis subito acutae.

Flos parvus roseo-coccineus tomento subimmersus, petalis angustis apice mucronatis vel 2—3-dentatis, pistillis 6—7 albis.

Bacca oblonga parva.

Ex insula *Curaçao*. *M. Salmiano* Lk. O. proximus.

M. spatanginus

Caulis depresso-globosus, pallide coerulescenti-viridis.

Costae 16 compressae, circa areolas in formam cylindri aut coni inflatae, lateribus profunde transverse plicatis, dorso acuto nasuto, sulcis acutis flexuosis.

Areolae numerosae valde approximatae, anguste convallatae oblongae mediocres, juniores tomento griseo obtectae, vetustiores nudae.

Spinae maxime diversae, albae vel pallide stramineae, apicibus pallide rubrofuscis, radicibus primum pallide-posthae atro-fuscis albo-fimbriatis;

marginales 9—11, setiformes patentissimae, superiores 1—2 breves, laterales per paria 3—4 longissimae (ad $3^1/_4$ cm.) parallelae, super costam adjacentem deflexae eique plerumque adpressae, cum vicinis intertextae, inferiores 3—5 patentes

rectae aequaliter radiantes aliquanto firmiores et breviores aciculares, infima plerumque brevissima ($2^1/_2$ cm.);

centrales (2—)3, inferior porrecta validissima et longissima (4—)$6^1/_2$ cm. longa, $1^3/_4$ mm. crassa, e basi obtuse triangulari vel rhomboidea a latere compressa, teres acuta, superior vel superiores tenuiores et breviores ($2^1/_2$—$4^1/_2$ cm.) unica basi a dorso triangulari-complanata, binae a latere compressae, nunc sursum patentes rectae, nunc in latera deflexa, nunc antice flexae et cum inferiore parallelae.

Cephalium non vidi.

Ex insula *Bonaire.* Post formas *M. pyramidalis* SALM DIJCK inserendus.

Ejusdam forma: *tenuispina.*

Differt praesertim spinis centralibus binis, inferiore breviore tenuiore (4—5 cm.).

Ex insula *Curaçao.*

APPENDIX.

Cereus Hermannianus.

Ramis e trunco lignoso adscendentibus, stricturis 2—5 decim. distantibus, articulatis, 8—10 costatis, costis obtusis inter areolas crenatis, sulcis acutis, areolis approximatis orbicularibus albo-tomentosis pulvinatis, lanugine ab initio nullo spinis acicularibus griseis nonnumquam atro-maculatis et saepius atro-apiculatis, marginalibus (8) 10—14 patentissimis inaequalibus (1—$1^1/_2$ cm.) centralibus 3—6 validioribus, basi saepe primaticis plus minusve tortis, una superiore plerumque longiore (5—6 cm.) sursum patente, imo patentissima ideoque caule adpressa, vel inflexa ideoque in caule perpendiculari, vel deorsum divaricata, ceteris patentibus vel cum superiore inflexis minoribus (2—4 cm.) floribus infun-

dibuliformibus sordide albidis? (non vidi flores toto apertos), calyce glabro, stylo incluso, bacca oblonga vel ovata inermi rubra.

Crescit cum aliis *Cereis* in insulis *Curaçao*, *Aruba* et *Bonaire*, altitudinem 6—10 M. attingens.

Nomen proposui in memoriam clar. *Hermanni*, cujus »*Cereus erectus fructu rubro non spinoso*" (*Parad. Bot.* p. 114) ab ipso auctore aliquanto cum *C. lanuginoso* (qui *Pilocereum* esse se mihi probavit) confusus, a Linnaeo cum *C. peruviano* aliisque commixta fuit ideque nomen proprium non obtinuit. Cum nostra descriptione convenit praeter lanuginem parcam partibus junioribus suae adscriptam; de quo discrimine in posterum agam, quum integras meas de *Cacteis* insularum nostrarum Indo-occidentalium observationes fusius expositurus et iconibus illustraturus sum.

PROCES-VERBAAL

VAN DE

GEWONE VERGADERING DER AFDEELING NATUURKUNDE,

op Zaterdag 30 Januari 1886.

Tegenwoordig de Heeren: BUYS BALLOT, Voorzitter, KAMERLINGH ONNES, BRUTEL DE LA RIVIÈRE, VAN RIEMSDIJK, BEIJERINCK, FRANCHIMONT, MARTIN, FÜRBRINGER, HOFFMANN, ZAAIJER, BAEHR, MICHAËLIS, SCHOLS, VAN DIESEN, BOSSCHA, RIJKE, GUNNING, BEHRENS, DE VRIES, VAN 'T HOFF, LORENTZ, KORTEWEG, J. A. C. OUDEMANS, A. C. OUDEMANS JR., RAUWENHOFF, PLACE, HUBRECHT, STOKVIS, HOEK, MAC GILLAVRY, VAN DER WAALS, BIERENS DE HAAN, ZEEMAN en C. A. J. A. OUDEMANS, Secretaris.

— Het Proces-Verbaal der vorige bijeenkomst wordt gelezen en goedgekeurd.

— Worden gelezen Brieven van dankzegging voor ontvangen werken der Akademie van de navolgenden:

1°. A. J. ENSCHEDÉ, Bibliothecaris der Stads-Bibliotheek te Haarlem, 13 Januari 1886; 2°. G. C. W. BOHNENSIEG, Conservator van Teyler's Stichting te Haarlem, 16 Januari 1886; 3°. J. F. L. SCHNEIDER, Bibliothecaris der Polytechnische School te Delft, 18 Januari 1886; 4°. J. TIDEMAN, Secretaris van het Koninklijke Instituut van Ingenieurs te 'sGravenhage, 6 Januari 1886; 5°. BUYS BALLOT, Hoofd-Directeur van het Koninklijk Nederlandsch meteorologisch

Instituut te Utrecht, 9 Januari 1886; 6°. L. Broekema, Directeur der Rijkslandbouwschool te Wageningen, 1886; aangenomen voor bericht.

— Voorts Brieven ten geleide van boekgeschenken van de navolgenden:

1°. het Ministerie van Binnenlandsche Zaken te 's Gravenhage, 14, 16 Januari 1886; 2°. den Secretaris der Ung. Akademie der Wissenschaften te Budapest, 1885; 3°. den Secretaris van het Verein für Thüringische Geschichte und Alterthumskunde te Jena, 27 November 1885; 4°. den Directeur van het R. Istituto di studi superiori pratici e di perfezionamento te Florence, 3 December 1885; 5°. den Directeur van het Observatorio Astronomico te Madrid, 1886; 6°. W. R. Bentley, Secretaris der royal Society of Victoria te Melbourne, 2 December 1885; 7°. J. Hector, Directeur van het colonial Museum of New Zealand te Wellington, 17 Juni 1885; waarop het gewone besluit valt van schriftelijke dankbetuiging en plaatsing in de Boekerij.

— Tot de ingekomen stukken behooren: 1°. een opstel voor de Verslagen en Mededeelingen van het lid der Akademie T. J. Stieltjes Jr., getiteld: »Sur quelques intégrales définies"; 2°. eene uitnoodiging van het Verein für Naturkunde zu Cassel, om op den 18den April a. s. deel te nemen aan het feest, te geven naar aanleiding van het 50-jarig bestaan dezer Instelling. De circulaire zal ook aan de Letterkundige Afdeeling ter kennisgeving worden aangeboden, terwijl het nemen eener beslissing aan het Bestuur der Akademie wordt overgelaten.

— De *Limnoria*-Commissie brengt, bij monde van den Heer Hubrecht, haar eerste Verslag uit. Daaruit blijkt, dat de Commissie zich met de Fransche autoriteiten in verbinding heeft gesteld, en, door de ontvangst en het daaruit voortgevloeid onderzoek van aangetast paalwerk, tot de kennis is gekomen, dat niet één, maar drie Schaaldieren — *Limnoria lignorum*, *Cheluria terebrans* en *Tanais vittatus* —

tot de verwoesting van het hout der zeeweringen bijdragen. Haar verzoek om medewerking aan verschillende leden van het Corps Ingenieurs van den Waterstaat, bracht al vast aan het licht, dat *Limnoria lignorum* te Wemeldinge in het hout onzer zeeweringen voorkomt, zoodat onze Regeering inderdaad ter geschikter tijd haar wensch aan de Afdeeling te kennen gaf, om al wat op de nieuw ontdekte schadelijke Schaaldieren betrekking heeft aan een nauwgezet onderzoek te onderwerpen. De Commissie betreurt het, dat zij niet reeds op dit oogenblik over een vast zoölogisch Station, aan eenig punt onzer kust, in dienst der Regeering. beschikken kan om haar onderzoek aan te vangen, omdat hare taak daardoor vergemakkelijkt en vereenvoudigd, en vele kosten bespaard zouden worden, die nu niet kunnen worden vermeden. Om aan den wensch der Regeering — het instellen van een onderzoek naar de leefwijze en de werking van *Limnoria lignorum* — te kunnen voldoen, acht de Commissie het dan ook noodig, reeds terstond om eene extratoelage van aanvankelijk *f* 2000 te verzoeken, daar zij onderstelt dat het budget der Akademie onmogelijk met deze buitengewone uitgave kan belast worden. De Commissie stelt zich voor, indien genoemde som ter harer beschikking gesteld wordt, haar onderzoek over verschillende punten onzer kusten uit te strekken; afbeeldingen der gevreesde Schaaldieren onder de leden van het Corps Ingenieurs van onzen Waterstaat te verspreiden; reizen naar aangetaste plaatsen te ondernemen; proeven te nemen met stoffen, die het hout voor het bezoek der Schaaldieren zouden kunnen vrijwaren, enz.

De Vergadering vereenigt zich met de conclusie van het rapport en de Voorzitter dankt de Commissie voor de voortvarendheid, waarvan zij bij het volbrengen van de haar opgedragen taak alvast blijk gaf.

— De Heer Michaëlis spreekt »over den invloed van trekstangen op het opzetten van draaibruggen" en biedt over dit onderwerp een opstel aan voor de Verslagen en Mededeelingen.

— De Heer VAN DER WAALS handelt »over het stabiel evenwicht van heterogene stoffen" en later »over het thermo-dynamisch oppervlak van GIBBS".

— De Heer FRANCHIMONT deelt mede, dat hij, bij zijn onderzoek over *de werking van salpeterzuur op de methylamiden van tweebasische organische zuren* (waarvan hij een uitvoerig verslag gaf in de Septemberzitting) bemerkt had, dat sommige dezer zuren door het salpeterzuur geheel ontleed worden, anderen niet, en dat hij, door dit punt nader na te gaan, gekomen is tot eene zeer eenvoudige methode om de aan- of afwezigheid der atoomgroep $CH(CO_2H)_2$ aan te toonen bij die tweebasische zuren, welke bij verhitting, onder afgifte van CO_2, in éénbasische zuren overgaan. Deze zuren toch zijn derivaten van het malonzuur, hetzij mono- gene, hetzij disubstitutieproducten; gene worden door salpeterzuur bij de gewone temperatuur zoodanig ontleed, dat er twee moleculen CO_2 ontwikkeld worden uit één molecuul van het zuur, terwijl deze onder die omstandigheden in 't geheel niet worden aangegrepen.

Hij heeft dit bewezen voor de volgende zuren: monomethylmalonzuur, dimethylmalonzuur, monoaethylmalonzuur, diaethylmalonzuur, propylmalonzuur, isopropylmalonzuur, methylisopropylmalonzuur, amylmalonzuur, monoallylmalonzuur, en diallylmalonzuur.

Nog werd hierbij opgemerkt dat de snelheid der reactie, die gewoonlijk na een of twee minuten aanvangt en meestal binnen een half uur afgeloopen is, behalve van de temperatuur, afhangt van de substitueerende groep. Zoo wordt b. v. het isopropylmalonzuur zeer langzaam aangegrepen en is de reactie eerst na 2×24 uren afgeloopen, terwijl het normale propylmalonzuur binnen een half uur geheel ontleed is.

Bij het allyl- en het diallylmalonzuur heeft eerst eene werking plaats op de onverzadigde groep, welke echter met geene gasontwikkeling gepaard gaat, ofschoon zij bij het tweede zuur zóó heftig is, dat zelfs bij de gewone temperatuur ontvlamming wordt waargenomen; door sterke afkoe-

ling gematigd, blijkt het, dat de ontleding van het eerste zuur onder CO_2-ontwikkeling, kort nadat de eerste heftige reactie voorbij is, begint, terwijl het tweede zuur die ontleding niet ondergaat.

Door de welwillendheid van den Heer Dr. W. H. PERKIN JR. te München, werd hij in staat gesteld, volgens zijne methode, twee zuren te onderzoeken, omtrent wier structuur verschil van meening bestaat tusschen den Heer PERKIN en Prof. R. FITTIG te Straatsburg. Deze beide zuren — het trimethyleen- en het tetramethyleendicarboonzuur — worden door den Heer PERKIN als verzadigde disubstitutieproducten van het malonzuur beschouwd, terwijl de Heer FITTIG ze voor onverzadigde monosubstitutieproducten aanziet. Geen van beide zuren wordt door het salpeterzuur bij de gewone temperatuur aangegrepen; zelfs na tien dagen konden zij, nagenoeg zonder verlies, weer uit de oplossing afgescheiden worden. Dit resultaat stempelt deze beide zuren tot verzadigde disubstitutieproducten van het malonzuur waaruit zij bereid zijn, overeenkomstig de opvatting van den Heer PERKIN.

Voor de aantooning van een monosubstitutieproduct van malonzuur zijn, door de betrekkelijk aanzienlijke hoeveelheid CO_2 die ontwikkeld wordt, eenige centigrammen van het zuur, soms zelfs milligrammen, voldoende.

De ontleding van het zuur schijnt gepaard te gaan met de vorming van een lichaam, dat de empirische samenstelling eener trinitrokoolwaterstof heeft.

— De Heer HOFFMANN biedt voor het Proces-Verbaal aan: Bijdrage tot de anatomie en de ontwikkeling der epiphyse bij *Amphibiën* en *Reptiliën*, door HENRI W. DE GRAAF, adsistent aan het zoötomisch laboratorium der Universiteit te Leiden.

Aan GÖTTE, den eenigen onderzoeker, die zich tot heden met de ontwikkeling der epiphyse bij de *Amphibiën*, en wel in het bijzonder bij *Bombinator igneus*, heeft bezig gehouden, zijn wij de mededeeling verschuldigd, dat alle vroegere

waarnemers de eigenlijke epiphyse over het hoofd gezien en den daarvóór zich bevindenden plexus chorioideus als zoodanig beschouwd hebben. Hij toonde verder uit de ontwikkelingsgeschiedenis aan, dat de epiphyse een in aanleg soliede, doch later — van den derden ventrikel uit — hol wordend hersenstuk is, dat met dezen ventrikel door een hollen steel in verbinding blijft. Deze steel zou dan later bij het volwassen dier, als een soliede streng, het buiten den schedel gelegen epiphyse-stuk met de hersenen blijven vereenigen.

Bij de *Amphibiën* heb ik de ontwikkeling der epiphyse nauwkeurig bestudeerd en bij de *Reptiliën* een nader onderzoek ingesteld naar den bouw en de ligging van een lichaampje, waarop het eerst door LEYDIG in zijne verhandeling over »Die in Deutschland lebenden Arten der *Saurier*" de aandacht is gevestigd, en dat zich onder het schedeldak bevindt bij embryonen en ook bij volwassen exemplaren van *Lacerta agilis*, *muralis* en *vivipara*, en evenzoo van *Anguis fragilis*. Dit lichaampje is door STRAHL, onder den naam van »der LEYDIG'sche Körper", als een afgesnoerd epiphysestuk beschreven geworden, welke opvatting later door C. K. HOFFMANN bevestigd werd.

Van *Amphibiën* onderzocht ik de volgende vormen:

URODELEN (*Siredon pisciformis* SHAW., *Triton cristatus* LAUR., *Triton alpestris* LAUR., *Triton taeniatus* LAUR., *Salam. maculosa* LAUR.).

ANUREN (*Rana esculenta* L., *Rana temporaria* L., *Alytes obstetricans* LAUR., *Bombinator igneus* RÖSEL., *Bufo cinerea* SCHN., *Hyla arborea* L.), en verkreeg deze uitkomsten:

De epiphyse ontstaat als een blaasvormige uitstulping van het dak der tusschenhersenen en ligt, bij het nog zeer jonge embryo, dicht bij de middelhersenen, terwijl zij zich later, door den groei van het tusschenhersendak, meer naar voren verplaatst. Dáár, waar de epiphyse in het dak der tusschenhersenen ombuigt, is zij steelvormig. Kort na haar aanleg ontwikkelt zich op de overgangsplaats van tusschen-

op voorhersenen, door plooivorming van het dak, de plexus chorioideus van den derden ventrikel.

Bij de *Urodelen* neemt de epiphyse al zeer spoedig een vorm aan, die zich het best laat vergelijken bij een paddestoel, waarvan de hoed onregelmatig gebouwd is, terwijl hare holte met die van den derden ventrikel door den steel in samenhang blijft. Zij wordt door de pia mater bedekt en tegen het tusschenhersendak dicht aangedrukt; in dezen toestand blijft de epiphyse en vertoont verder niets bijzonders. Bij de *Anuren* daarentegen, laat de vorm der epiphyse zich met een peer vergelijken, waarvan de steel in de richting der voorhersenen uitgroeit, terwijl een tijd lang ook hare holte met die der tusschenhersenen door den steel blijft samenhangen. Bij hare verdere ontwikkeling wordt het peervormig einde volkomen afgesnoerd en ligt eerst buiten de hersenen op de hersenvliezen, om later buiten den schedel geheel in de huid te worden opgenomen; het steelvormig einde blijft, door de hersenvliezen bedekt, binnen de schedelholte als epiphyse voortbestaan.

Bij het volwassen dier ligt het afgesnoerde stuk, bekend onder den naam van STIEDA'sche Drüse, onder de epidermis in de cutis en bezit een eigen bindweefselkapsel; het vertoont door vettige degeneratie eene regressive metamorphose. De dunne draad, die in vele gevallen het afgesnoerde epiphysestuk met een plek, tusschen de ossa fronto-parietalia gelegen, vereenigt, is niet de steel der epiphyse (GÖTTE), maar een huidzenuw, namelijk een takje van den ramus supramaxillaris trigemini. Gewoonlijk verloopt dit takje, van een bloedvat vergezeld en door een bindweefselscheede omgeven, op genoemde wijze, somtijds evenwel laat het zich vervolgen van de oogstreek langs de binnenvlakte van de huid tot het buiten den schedel gelegen epiphyse-stuk; somtijds ook kan het geheel ontbreken. Voor het geval dat het aanwezig is, eindigt het steeds in den bindweefselkapsel, doch nooit in het epiphyse-stuk zelf.

Uit den bouw der epiphyse bij het volwassen dier, laat zich met volkomen zekerheid afleiden, of er een stuk is afgesnoerd of niet; in het eerste geval toch buigt de epi-

physe zich kronkelend naar voren en eindigt spits, in het laatste geval heeft zij den paddestoelvorm aangenomen.

Het buiten den schedel gelegen epiphyse-stuk komt voor bij *Rana esculenta*, *Rana temporaria*, *Alytes obstetricans*, *Bombinator igneus* en *Bufo cinerea*, terwijl het bij *Hyla arborea* standvastig ontbreekt, ofschoon de naar voren gebogen en spits eindigende epiphyse bewijst, dat er ook bij dit dier in embryonalen toestand een stuk afgesnoerd is.

Van *Reptiliën* onderzocht ik *Anguis fragilis* L. en *Lacerta agilis* L., en verkreeg de volgende uitkomsten:

Op gelijke wijze als bij de *Amphibiën*, heeft ook bij de *Reptiliën* de ontwikkeling der epiphyse plaats (C. K. Hoffmann). Het volkomen afgesnoerde epiphyse-stuk ligt, bij *Lacerta agilis*, tusschen de hersenvliezen en vertoont de gedaante van een kleine ronde, min of meer platgedrukte zelfstandige blaas, die uit cellen opgebouwd is. De naar het foramen parietale gekeerde wand vertoont den vorm eener lens, terwijl de basale inwendig gepigmenteerd is.

Ook bij *Anguis fragilis* ligt het afgesnoerde epiphyse-stuk tusschen de hersenvliezen besloten en laat zich oorspronkelijk met eene blaas vergelijken, die zich later evenwel hooger differentieert. De wand bestaat uit verscheidene lagen cellen; in de richting van binnen naar buiten vindt men eerst eene laag, bestaande uit zeer lange, smalle cylindercellen, waarvan de ondereinden door een diep zwart pigment omhuld zijn; de naar de holte der blaas gekeerde einden dezer cellen zijn volkomen pigmentvrij en dragen lichaampjes, die door hun glanzend voorkomen aan de staafjes der retina doen denken, doch waarvan de bouw mij niet nauwkeurig bekend is geworden; op deze volgt een cellenlaag met groote, ronde kernen, door een fijn gegranuleerde grondstof gedragen en daarop, het meest peripherisch gelegen, een laag evenzeer groote kernen bevattende cellen, die naar boven in twee rijen gelegen zijn. De geheele onderwand wordt, naar boven ombuigende, dun en verbreekt daar ter plaatse volkomen haren samenhang met den onder het foramen parietale gelegen bovenwand, die,

uit lange smalle cylindercellen opgebouwd, min of meer aan een embryonale lens herinnert. Het afgesnoerde epiphysestuk bij *Anguis fragilis* gelijkt dientengevolge op het oog van een hoog ontwikkeld ongewerveld dier, zooals ons dit bij *Cephalopoden*, *Pteropoden* en *Heteropoden* bekend is.

De epiphyse bij *Anguis fragilis* is zeer sterk gewonden en haar epitheel is een trilepithelium.

Ofschoon een volkomen afgesnoerd epiphysestuk bij *Amphibiën* (*Anuren*) buiten den schedel onder de epidermis, bij *Saurier* (*Lacerta*, *Anguis*) buiten de hersenen onder het foramen parietale komt te liggen, wordt de homologie dezer stukken op grond der ontwikkelingsgeschiedenis toch buiten allen twijfel gesteld. Bedenkt men verder, dat bij de *Stegocephalen* (*Labyrinthodonten*) uit het steenkolentijdperk, bij *Branchiosaurus gracilis* CRED., *Branchiosaurus salamandroides* FRITSCH, *Peleosaurus laticeps* CRED., *Archegosaurus latirostris* JORDAN, *Dolichosoma longissimum* FRITSCH, *Acanthostoma vorax* CRED., enz. in den parietaalnaad een gat voorkomt, dat, wat de ligging betreft, volkomen beantwoordt aan het foramen parietale der thans nog levende *Saurier*, zoo wordt hierdoor meer dan waarschijnlijk gemaakt, dat de epiphyse eenmaal bij de voorouders der thans levende dieren een groote rol gespeeld en misschien wel de functie van een tot heden onbekend zintuig gehad heeft.

— Voor de bibliotheek der Akademie wordt door den Heer SCHOLS aangeboden: Waterbouwkunde 2de Deel 4de Afl., 3de Deel 14de Afl. en 3de Deel tweede Ged. 6de Afl.

— Daar er verder niets te verhandelen is, sluit de Voorzitter de vergadering.

MEDEDEELING

VAN DE

LIMNORIA-COMMISSIE.

(Gedaan in de Vergadering van 30 Januari 1886).

De Commissie, die in de November-vergadering der Afdeeling benoemd werd, naar aanleiding van een schrijven van Z.Exc. den Minister van Waterstaat, Handel en Nijverheid, d.d. 27 November 1885, N⁰. 31, wenscht eene korte mededeeling, omtrent hetgeen door haar voorloopig kon vastgesteld worden, onder de aandacht der Afdeeling te brengen.

Talrijke en belangrijke verwoestingen, die door een klein schaaldier aan verschillende hout- en havenwerken te Cherbourg waren toegebracht, hebben in 1879 den Franschen ingenieur CLAVENAD tot een onderzoek aanleiding gegeven, waarvan de uitkomsten zijn opgenomen in de *Mémoires de la Société Nationale des Sciences Naturelles et Mathématiques de Cherbourg*.

Het is dit opstel, waarop de Minister, die een uittreksel daarvan als bijlage aan zijn schrijven toevoegt, meer in het bijzonder de aandacht der Akademie gevestigd heeft, en zoo meende de Commissie, dat het in de eerste plaats op haren weg lag, zich met de Fransche autoriteiten in verbinding te stellen, ten einde zich een eigen oordeel te verschaffen over de diersoort, die te Cherbourg deze verwoestingen had aangericht. Door vriendelijke bemiddeling van bedoelde auto-

14*

riteiten, zijn wij bij herhaling in het bezit gesteld van onderscheidene stukken houtwerk, dat hevig aangetast was, en is het ons gelukt de schaaldieren, op wier rekening de vernieling in de eerste plaats moet geschreven worden, levend daarin aan te treffen en daaruit af te zonderen. Reeds dadelijk bleek, dat *Limnoria lignorum* RATHKE (minder juist somtijds ook wel *Limnoria terebrans* geheeten), eene soort uit de orde der Isopoden, inderdaad in belangrijk aantal in bedoeld hout aanwezig was. Het dier, dat door CLAVENAD onder den naam *Limnoria* wordt afgebeeld, behoort echter tot eene geheel andere orde van schaaldieren, en wel tot de Amphipoda. Het is de *Chelura terebrans*, die ook bij Engelsche onderzoekers reeds bekend is als een schaaldier, dat gemeenlijk te zamen met *Limnoria* en met nog een derde soort, *Tanais vittatus*, in hout van zeeweringen wordt aangetroffen. De Fransche onderzoeker is er waarschijnlijk niet tijdig op bedacht geweest, dat onderscheidene kleine houtverwoesters te zamen in hetzelfde aangetaste stuk konden voorkomen; daaruit althans meenen wij het te moeten verklaren, dat, terwijl hij de Isopode beschrijft, hij de Amphipode afbeeldt.

In de ons gezonden stukken was *Chelura terebrans* ook talrijk vertegenwoordigd, *Tanais* evenzeer; enkele andere Crustaceeën-species, die echter niet geacht kunnen worden aan het vernielingswerk te hebben deelgenomen, werden bovendien nog aangetroffen, maar worden hier thans niet afzonderlijk vermeld.

Was het ons door de wetenschap, dat *Limnoria* niet alleen aan de Fransche en Engelsche kusten reeds van oudsher als houtverwoester berucht is, maar dat zij zelfs op de Shetlandseilanden en aan de kust van Noorwegen is aangetroffen, van den beginne af waarschijnlijk voorgekomen, dat zij ook in de Nederlandsche zeeweringen niet zou ontbreken, zoo was het toch noodzakelijk daaromtrent ten spoedigste zekerheid te verkrijgen.

Een eerste schrijven, dienaangaande aan verschillende leden van het Corps Ingenieurs van den Waterstaat toegezonden, verschafte ons eenige antwoorden, waaronder een,

dat ons vermoeden al dadelijk nieuwen steun gaf, en toen eindelijk een onzer zich op 16 Januari l.l. persoonlijk naar Wemeldinge begaf, kon hij met zekerheid vaststellen, dat *Limnoria lignorum* aldaar voorkomt, en bezig was verwoestingen aan te richten:

1⁰. in pennen van palen op 25—40 c.M. beneden A. P.;

2⁰. in stompen van Walcher'sche staken op 0.75—1 M. beneden A. P.;

3⁰. in een stuk van het schuifhout der fundeering van den basaltmuur aan de O. zijde der buitenhaven, ter hoogte van A. P.

Nu wij aldus de zekerheid verkregen hebben, dat ook Nederlandsche zeeweringen door *Limnoria lignorum* zijn aangetast, mag het zeker van verhoogd belang geacht worden, dat de wensch, door den Minister in zijn bovengenoemd schrijven uitgesproken, om »aangaande de levenswijze en de werking van dit schaaldier een opzettelijk onderzoek te doen instellen", tot vervulling gerake.

Door den Minister wordt, behalve de medewerking der Afdeeling tot dit onderzoek, ook hare voorlichting gevraagd over de wijze, waarop het zou behooren te worden ingericht.

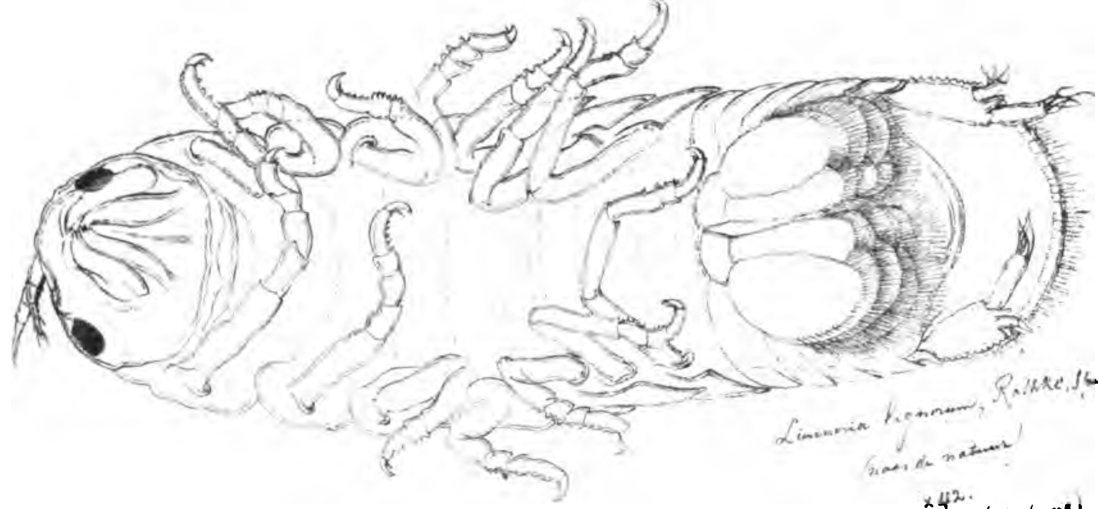
Uwe Commissie is gaarne bereid tot zoodanig voortgezet onderzoek naar hare beste krachten mede te werken, maar mag niet nalaten er op te wijzen, hoezeer hare taak zou vergemakkelijkt en vereenvoudigd wezen, en hoeveel kosten tevens zouden worden bespaard, indien zij thans reeds kon beschikken over de hulpmiddelen, die een vast zoölogisch station aan eenig punt van onze kust, dat in dienst der Regeering stond, zou aanbieden. En waar de Afdeeling tot het instellen van het verlangde onderzoek reeds dadelijk aan den Minister eene extra-toelage daarvoor, van aanvankelijk *f* 2000.— zal moeten aanvragen, bestaat er inderdaad aanleiding, dit punt onder de aandacht van den Minister te brengen, nu ook van andere zijde in zoo sterke mate op het belang van de stichting van zoodanig station wordt aangedrongen.

Het schijnt gewenscht, in de eerste plaats de verschil

lende punten van onze kust nader te onderzoeken en uit te maken of eenig gedeelte van onze zeeweringen van de verwoestende werkzaamheid van *Limnoria* verschoond bleef. Naast hetgeen wij te dezen aanzien persoonlijk kunnen verrichten, wenschen wij afbeeldingen van *Limnoria* en *Chelura*, zooals wij er hierbij aan de Afdeeling overleggen, toetezenden aan verschillende personen, die in onze havenplaatsen en in de nabijheid onzer zeeweringen geneigd bevonden worden zich van de aanwezigheid van *Limnoria* persoonlijk te vergewissen. Te Wemeldinge hebben wij *Limnoria* het eerst aangetroffen, niet omdat zij juist dáár haar hoofdzetel heeft, maar omdat gelijksoortig voorloopig onderzoek, als hier door ons bedoeld wordt, daar ter plaatse reeds door den Heer ingenieur N. A. M. VAN DEN THOORN, geschied was. En zoo mogen wij ons vleien, dat langs dezen weg het antwoord op de hier gestelde vraag vrij spoedig kan verkregen worden.

In de tweede plaats wenscht Uwe Commissie na te gaan, welke verdediging van het hout tegen de aanvallen van *Limnoria* de meeste aanbeveling verdient. Want al vinden wij ook reeds melding gemaakt van talrijke proeven, in Engeland genomen, om de vernielende werking der *Limnoria's* te beperken, en al wordt over het algemeen creosoot, ook te hunnen aanzien, aanbevolen, wij vreezen, dat te dezer zake het laatste woord nog niet gesproken is en het dus zeer zeker aanbeveling verdient, nieuwe pogingen tot het vinden van een doeltreffend voorbehoedmiddel aan te wenden. Immers, nu ook in ons land op de *Limnoria* en hare verwoestingen de aandacht gevestigd wordt, moet hare bestrijding zeer zeker een punt van ernstige overweging uitmaken, zelfs al zijn wij op dit oogenblik nog niet in staat met beslistheid uitspraak te doen tusschen de volgende twee mogelijkheden: óf wel, dat *Limnoria* in Nederland vrij algemeen verspreid zal worden aangetroffen, en wij in dat geval waarschijnlijk te doen hebben met een vijand, die niet eerst onlangs tot ons is overgekomen, maar met een, die reeds sedert geruimen tijd zijn vernielenden invloed doet gevoelen, en die alleen daarom bij ons te lande aan de meer bijzondere

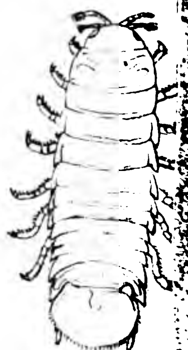



Limnoria lignorum, Rathke, Sp.
(vues de nature)
x42.
(Cherbourg)

Chelura terebrans.
naar de natuur
× 42.
(Cherbourg).



Copie
volgens C
Limno



aandacht ontsnapt is, omdat zijne werking niet zoo gemakkelijk van de gewone verrottingsverschijnselen van het hout te onderscheiden is, en omdat het daaraan schuldige schaaldier zoo uiterst geringe afmetingen bezit; óf wel, dat de aanval te Wemeldinge eerst van jongen datum is, waarvoor zich o. a. laat aanvoeren, dat de paalworm-commissie nergens van de werking van *Limnoria* in de vele door haar onderzochte houtmonsters melding maakt, en dat door den herhaalden aanvoer van oesters van de Fransche kust naar de Oosterschelde de mogelijkheid eener kunstmatige overbrenging, ook van *Limnoria*, niet geheel buitengesloten is. In dit laatste geval zou een spoedige en juiste kennis van haar verspreidingsgebied zeer zeker van nog meer dadelijk belang mogen geacht worden.

De proefnemingen en onderzoekingen, die een en ander zullen moeten uitmaken, hebben wij zooeven in enkele trekken aangegeven. Met de leiding daarvan zullen wij ons gaarne blijven belasten. Wij herhalen, dat voor de onkosten, aan deze proefnemingen en onderzoekingen ver bonden, naar onze meening een afzonderlijk subsidie aan den Minister zal moeten worden aangevraagd. Het komt ons voor, dat het jaarlijksch budget der Akademie, waarop toch reeds in het belang van de regelmatige uitgave der werken, telkens nieuwe bezuinigingen worden voorgesteld, niet met deze buitengewone uitgaven mag worden belast.

A. A. W. HUBRECHT.
C. K. HOFFMANN.
G. VAN DIESEN.
N. TH. MICHAËLIS.
J. H. VAN 'T HOFF.
P. P. C. HOEK.

Amsterdam,
30 Januari 1886.

SUR QUELQUES INTÉGRALES DÉFINIES

PAR

T. J. STIELTJES.

LEGENDRE dans les Exercices de calcul intégral (t. II, pag. 189) a donné la valeur de l'intégrale

$$\int_0^\infty \frac{\sin m x}{e^{2\pi x}-1}\,dx = \frac{1}{4}\cdot\frac{e^m+1}{e^m-1}-\frac{1}{2m}$$

formule sur laquelle ABEL est revenu plus d'une fois (*Oeuvres*, tome I, pag. 24, 35. Edition de SYLOW et LIE).

L'étude du mémoire de RIEMANN: »Ueber die Anzahl der Primzahlen unter einer gegebenen Grenze" m'a conduit à cette remarque qu'on doit regarder la formule de LEGENDRE comme le cas le plus simple de toute une série de formules qui présentent un caractère éminemment arithmétique.

Dans ce qui suit je me bornerai à donner deux exemples qui feront connaître suffisamment le caractère des formules nouvelles, sans en vouloir présenter dès à présent, le système complet.

Soit p un nombre entier positif impair ($p > 1$) sans diviseur carré et posons

$$f(x) = \sum_1^{p-1}\left(\frac{n}{p}\right)x^n$$

le symbole $\left(\frac{n}{p}\right)$ étant pris dans le même sens que dans ma communication de Septembre 1885 (pag. 101 de ce volume).

Cela posé, on a lorsque

$$p \equiv 1 \bmod. 4$$

$$\int_0^\infty \frac{f(e^{-x})}{1-e^{-px}} \sin\left(\frac{ptx}{2\pi}\right) dx = \frac{\pi}{\sqrt{p}} \cdot \frac{f(e^{-t})}{1-e^{-pt}} \cdot \ldots\ldots \quad \text{(A)}$$

En supposant au contraire

$$p \equiv 3 \bmod. 4$$

on a:

$$\int_0^\infty \frac{f(e^{-x})}{1-e^{-px}} \cos\left(\frac{ptx}{2\pi}\right) dx = \frac{\pi}{\sqrt{p}} \cdot \frac{f(e^{-t})}{1-e^{-pt}} \ldots\ldots \quad \text{(B)}$$

Dans ces formules (A) et (B) la racine $\sqrt{p}$ doit être prise positivement, et cette détermination du signe correspond précisément à celle que Gauss a donnée dans le mémoire »Summatio etc. *Oeuvres*, tome II".

C'est par le développement en série de l'expression

$$\frac{f(e^{-x})}{1-e^{-px}}$$

que j'ai obtenu ces résultats.

En posant pour abréger

$$\varphi(s) = \sum_1^\infty \left(\frac{n}{p}\right) \frac{1}{n^s}$$

j'obtiens

$$\frac{f(e^{-x})}{1-e^{-px}} =$$

$$\frac{\sqrt{p}}{\pi}\left\{\varphi(2)\frac{px}{2\pi} - \varphi(4)\frac{p^3x^3}{2^3\pi^3} + \varphi(6)\frac{p^5x^5}{2^5\pi^5} - \ldots\right\} \text{lorsque } p \equiv 1 \bmod. 4 \ldots \text{(C)}$$

$$\frac{f(e^{-x})}{1-e^{-px}} =$$

$$\frac{\sqrt{p}}{\pi}\left\{\varphi(1) - \varphi(3)\frac{p^2x^2}{2^2\pi^2} + \varphi(5)\frac{p^4x^4}{2^4\pi^4} - \ldots\right\} \text{lorsque } p \equiv 3 \bmod. 4 \ldots \text{(D)}$$

Voici comment ces formules conduisent aux intégrales (A) et (B).

J'observe d'abord que la formule connue

$$\frac{\Gamma(s)}{n^s} = \int_0^\infty x^{s-1} e^{-nx}\, dx$$

conduit aussitôt à l'expression suivante de la fonction $\varphi(s)$

$$\varphi(s) = \frac{1}{\Gamma(s)} \int_0^\infty \frac{f(e^{-x})}{1-e^{-px}} x^{s-1}\, dx. \; . \; . \; . \; . \; . \quad (1)$$

En considérant maintenant l'intégrale

$$\int_0^\infty \frac{f(e^{-x})}{1-e^{-px}} \sin\left(\frac{p\,t\,x}{2\,\pi}\right) dx$$

on pourra développer l'expression $\sin\left(\frac{p\,t\,x}{2\,\pi}\right)$ suivant les puissances de x

$$\sin\left(\frac{p\,t\,x}{2\,\pi}\right) = \frac{1}{\Gamma(2)}\left(\frac{p\,t\,x}{2\,\pi}\right) - \frac{1}{\Gamma(4)}\left(\frac{p\,t\,x}{2\,\pi}\right)^3 + \frac{1}{\Gamma(6)}\left(\frac{p\,t\,x}{2\,\pi}\right)^5 - \ldots$$

et en se servant alors de la formule (1), l'intégrale se trouve égale à la série

$$\varphi(2)\frac{p\,t}{2\,\pi} - \varphi(4)\left(\frac{p\,t}{2\,\pi}\right)^3 + \varphi(6)\left(\frac{p\,t}{2\,\pi}\right)^5 - \ldots$$

qu'on sait sommer par la formule (C), ce qui fournit la formule (A). La formule (B) s'obtient de la même manière à l'aide du développement (D).

La démonstration qu'on vient de donner, ne s'applique directement qu'aux valeurs de t qui satisfont à la condition

$$\text{mod.}\ (p\,t) < 2\,\pi$$

mais après avoir reconnu ainsi l'exactitude des formules (A) et (B) pour des valeurs de t dont le module est infé-

rieur à $\frac{2\pi}{p}$, on verra facilement que ces formules sont valables pour une valeur imaginaire quelconque de $t = a + bi$, à condition seulement que la valeur absolue de b reste inférieure à $\frac{2\pi}{p}$.

La série par laquelle nous avons défini la fonction $\varphi(s)$ n'est convergente que tant que la partie réelle de s est positive. Toutefois on peut démontrer que cette fonction est holomorphe dans tout le plan; on y arrive, en partant de la formule (1) et en suivant une méthode donnée par M. HERMITE. (*Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, tome 101, pag. 112).

Il existe une relation remarquable qui lie $\varphi(s)$ à $\varphi(1-s)$ et qui a été découverte par M. HURWITZ (*Zeitschrift für Mathematik und Physik*, tome 27, 1882). Sans avoir eu connaissance du travail de M. HURWITZ, j'avais retrouvé son résultat en partant des formules (A) et (B). Comme cette démonstration est entièrement différente de celle de M. HURWITZ, je crois utile de la donner ici. Je me bornerai d'ailleurs au cas $p \equiv 1 \bmod. 4$.

En multipliant (A) par $t^{s-1}dt$, intégrant de 0 à ∞ il vient, si l'on renverse l'ordre des intégrations dans l'intégrale double et qu'on se rappelle la relation connue:

$$\int_0^\infty \sin\left(\frac{ptx}{2\pi}\right) t^{s-1}\, dt = \Gamma(s)\left(\frac{px}{2\pi}\right)^{-s} \sin\frac{\pi s}{2},$$

$$\Gamma(s)\sin\frac{\pi s}{p}\left(\frac{p}{2\pi}\right)^{-s}\int_0^\infty \frac{f(e^{-x})}{1-e^{-px}}x^{-s}dx = \frac{\pi}{\sqrt{p}}\int_0^\infty \frac{f(e^{-t})}{1-e^{-pt}}t^{s-1}dt.$$

Or d'après (1)

$$\int_0^\infty \frac{f(e^{-x})}{1-e^{-px}}x^{-s}dx = \Gamma(1-s)\,\varphi(1-s),$$

$$\int_0^\infty \frac{f(e^{-t})}{1-e^{-pt}} t^{s-1} dt = \Gamma(s)\,\varphi(s),$$

en sorte qu'on trouve, après quelques réductions:

$$\varphi(1-s) = \left(\frac{p}{2\pi}\right)^s \frac{2\cos\frac{\pi s}{2}}{\sqrt{p}}\,\Gamma(s)\,\varphi(s).$$

On peut dire aussi que l'expression

$$\left(\frac{p}{\pi}\right)^{\frac{s}{2}} \Gamma\left(\frac{s}{2}\right)\varphi(s)$$

ne change pas en remplaçant s par $1-s$.

Il faut supposer dans cette démonstration que s (ou la partie réelle de s) reste comprise entre 0 et 1. Mais d'après le caractère analytique de la fonction $\varphi(s)$, la relation obtenue entre $\varphi(s)$ et $\varphi(1-s)$ doit avoir lieu dans tout le plan, dès qu'elle se trouve vérifiée dans une partie du plan.

Je remarque enfin que les formules que j'ai données dans ma communication déjà citée de Septembre 1885, permettent d'établir d'une manière beaucoup plus simple encore cette relation entre $\varphi(s)$ et $\varphi(1-s)$.

Riemann, dans le mémoire cité, a donné une relation entre la fonction qu'il désigne par $\zeta(s)$ et $\zeta(1-s)$, et il a démontré cette propriété de *deux* manières différentes, la seconde démonstration se fondant sur une formule qui appartient à la théorie des fonctions elliptiques. La démonstration de la relation qui lie $\varphi(s)$ à $\varphi(1-s)$ que nous venons d'indiquer en dernier lieu, est parfaitement analogue à cette *seconde* démonstration de Riemann.

Il n'est pas sans intérêt d'examiner un peu plus particulièrement les développements en série (C) et (D).

Il est évident d'abord que les coefficients des diverses puissances de x dans le développement de

$$\frac{f(e^{-x})}{1-e^{-px}} = \frac{e^{\frac{p}{2}x} f(e^{-x})}{e^{\frac{p}{2}x} - e^{-\frac{p}{2}x}}$$

sont des *nombres rationnels*; en égalant ces nombres aux expressions qui figurent dans les seconds membres de (C) et de (D) on obtient les sommes des séries infinies $\varphi(1)$, $\varphi(2)$, $\varphi(3)$ etc. Ces sommations me semblent devoir être mises à côté des formules bien connues qui expriment les sommes des séries

$$\frac{1}{1^{2n}} + \frac{1}{2^{2n}} + \frac{1}{3^{2n}} + \frac{1}{4^{2n}} + \dots$$

$$\frac{1}{1^{2n-1}} - \frac{1}{3^{2n-1}} + \frac{1}{5^{2n-1}} - \frac{1}{7^{2n-1}} + \dots$$

On a

$$e^{\frac{p}{2}x} f(e^{-x}) = \sum_1^{p-1} \left(\frac{n}{p}\right) e^{\frac{p-2n}{2}x}$$

En distinguant les deux cas $p \equiv 1$, $p \equiv 3$ mod. 4 et en posant $p' = \frac{p-1}{2}$ il vient:

$$e^{\frac{p}{2}x} f(e^{-x}) = \sum_1^{p'} \left(\frac{n}{p}\right) \left(e^{\frac{p-2n}{2}x} + e^{-\frac{p-2n}{2}x}\right) \quad p \equiv 1 \text{ mod. } 4$$

$$e^{\frac{p}{2}x} f(e^{-x}) = \Sigma \left(\frac{n}{p}\right) \left(e^{\frac{p-2n}{2}x} - e^{-\frac{p-2n}{2}x}\right) \quad p \equiv 3 \text{ mod. } 4$$

donc

$$\frac{f(e^{-x})}{1-e^{-px}} = \frac{\sum_1^{p'} \left(\frac{n}{p}\right) \left[\frac{1}{1.2}\left(\frac{p-2n}{2}\right)^2 x^2 + \frac{1}{1.2.3.4}\left(\frac{p-2n}{2}\right)^4 x^4 + \dots\right]}{\frac{p}{2}x + \frac{1}{1.2.3}\left(\frac{p}{2}\right)^3 x^3 + \frac{1}{1.2.3.4.5}\left(\frac{p}{2}\right)^5 x^5 + \dots} \quad p \equiv 1 \text{mod.} 4$$

$$\frac{f(e^{-x})}{1-e^{-px}} = \frac{\sum_{1}^{p'}\left(\frac{n}{p}\right)\left[\frac{p-2n}{2}x + \frac{1}{1.2.3}\left(\frac{p-2n}{2}\right)^3 x^3 + \ldots\right]}{\frac{p}{2}x + \frac{1}{1.2.3}\left(\frac{p}{2}\right)^3 x^3 + \frac{1}{1.2.3.4.5}\left(\frac{p}{2}\right)^5 x^5 + \ldots} \quad p \equiv 3 \bmod. 4.$$

La comparaison avec les développements (C) et (D) donne une série de formules dont les premières et les plus simples peuvent s'écrire:

$$\frac{1}{2p}\sum_{1}^{p-1}\left(\frac{n}{p}\right)n^2 = \frac{p\sqrt{p}}{2\pi^2}\varphi(2) \qquad p \equiv 1 \bmod. 4$$

$$-\frac{1}{p}\sum_{1}^{p-1}\left(\frac{n}{p}\right)n = \frac{\sqrt{p}}{\pi}\varphi(1) \qquad p \equiv 3 \bmod. 4$$

donc

$$\sum_{1}^{\infty}\left(\frac{n}{p}\right)\frac{1}{n^2} = \frac{\pi^2}{p^2\sqrt{p}}\sum_{1}^{p-1}\left(\frac{n}{p}\right)n^2 \qquad p \equiv 1 \bmod. 4 \ \ldots \ldots (2)$$

$$\sum_{1}^{\infty}\left(\frac{n}{p}\right)\frac{1}{n} = -\frac{\pi}{p\sqrt{p}}\sum_{1}^{p-1}\left(\frac{n}{p}\right)n \qquad p \equiv 3 \bmod. 4 \ \ldots \ldots (3)$$

La formule (3) s'est présentée déjà à Dirichlet dans ses célèbres recherches sur la détermination du nombre des classes des formes quadratiques à deux indéterminées, le cas le plus simple $p = 3$

$$\frac{\pi}{3\sqrt{3}} = 1 - \frac{1}{2} + \frac{1}{4} - \frac{1}{5} + \frac{1}{7} - \frac{1}{8} + \ldots$$

se trouve dans »*l'Introductio in Analysin infinitorum*" d'Euler (§ 176).

Paris, Janvier 1886.

DE INVLOED VAN TREKSTANGEN

OP HET

OPZETTEN VAN DRAAIBRUGGEN,

DOOR

N. Th. MICHAËLIS.

De armen eener geopende draaibrug buigen onder den invloed van hun eigen gewicht door. Om de brug te sluiten, moeten hare einden, nadat zij boven de steunpunten gebracht zijn, worden opgelicht.

Die behandeling eischt eenigen tijd, en het laatste gedeelte, bij groote bruggen, soms veel arbeid.

Elke besparing van tijd, hoe gering ook, wordt, althans bij spoorwegbruggen waarover een druk verkeer gaat, gelegen over vaarwaters met eene levendige scheepvaart, op hoogen prijs gesteld, en elke besparing van arbeid heeft, behalve besparing van tijd, ook eene financieele besparing ten gevolge.

Eene poging om dien arbeid te verminderen heeft dus zeker wel eenige waarde, zelfs al is het te voorzien dat die besparing niet belangrijk zijn kan.

De hoeveelheid der doorbuiging van eene geopende brug hangt af van hare grootte, van haren vorm en van het materiaal waaruit zij is samengesteld.

Om berijdbaar te zijn, moet de brug aan de uiteinden ondersteund worden, en dan draagt zij, behalve bij die beide uiteinden, op steunkussens of rollen, naast de spil geplaatst. De ondersteuning der uiteinden kan evenwel alleen plaats vinden door oplichting; want, om te kunnen draaien, moet

de brug vrij van hare eindsteunpunten zijn en moeten deze alsdan lager liggen dan bij den gesloten stand. of de geheele brug moet vóór het ronddraaien opgeheven worden, wat, zoolang tot hare beweging alleen handenarbeid gebruikt wordt, zooals hier te lande het geval is, niet voordeelig zou zijn.

In 1873 heb ik onderzocht of het noodig is, bij de opzetting der brugeinden de geheele doorbuiging weg te nemen, en ben ik tot het resultaat gekomen dat, zonder verhooging der kosten voor den bouw, bij groote bruggen, een belangrijk deel der doorbuiging na de opzetting, zonder eenig bezwaar voor het gebruik, mag overblijven, en dat daardoor de arbeid en de kracht, voor de oplichting vereischt, veel kunnen verminderen. Eene nota daaromtrent is opgenomen in de Notulen van het Koninklijk Instituut van ingenieurs van 1873.

Als van zelf sluit zich hieraan de vraag: kan men een noemenswaardig deel van den arbeid voor de opzetting eener draaibrug besparen, door de vrije doorbuiging in den geopenden toestand te belemmeren?

Het is duidelijk, dat men hierdoor geen kracht bespaart en alleen den af te leggen weg kan verminderen.

Bij houten draaibruggen pleegt men, op de einden der draaibalken, gegoten ijzeren of houten staanders te plaatsen, waarvan de toppen, door middel van ijzeren trekstangen, verbonden zijn aan kettingbalken, nabij de voorhar, dwars onder de brug geplaatst, hetzij om aan de naar voren verdunde liggers een steunpunt te geven, hetzij om de doorbuiging te verminderen. Voor het laatste doel is het beter, het ondereinde van de trekstangen te verbinden aan de voorhar zelve, dan aan een, op eenigen afstand daarvan geplaatsten, kettingbalk.

Ook bij enkele ijzeren bruggen, zooals die over de Koningshaven en het Boerengat te Rotterdam, vindt men zulke trekstangen; maar ook hier wordt men, door de wijze van aanbrengen, eer geleid tot de onderstelling, dat zij versterking van den brugligger, dan dat zij belemmering der doorbuiging beoogen.

Of het aanbrengen van trekstangen, bij groote bruggen, als middel tot versterking der brug, constructief en financieel te verkiezen is boven het sterk genoeg maken van de brug zonder die stangen, is zeer te betwijfelen; maar dat zij kunnen dienen om den arbeid der opzetting van de brug te beperken, is zeker. In hoeverre de te verkrijgen besparing de kosten voor het aanbrengen der trekstangen waard is, zal kunnen blijken uit het onderzoek der spanningen in de brugbalken, door de vermindering der doorbuiging teweeggebracht.

Bij dit onderzoek wordt aangeduid door:

u eene willekeurige doorbuiging;

u' de doorbuiging der geopende brug zonder trekstangen;

u_1 de doorbuiging der geopende brug met trekstangen;

u_2 de blijvende doorbuiging in de opgezette brug;

A de reactie van het eindsteunpunt, wanneer geene doorbuiging overblijft;

A de reactie, die in het eindsteunpunt ontstaan zou bij eene willekeurige doorbuiging;

A_1, A_2 dezelfde reactie voor eene doorbuiging u_1, u_2;

S, S_1 enz. de spanning in de trekstang bij de doorbuiging u, u_1, enz.;

L, L', L_1, L_2 de lengte van de trekstang bij de doorbuiging u, u', u_1, n_2;

l de lengte van elken arm der, als gelijkarmig beschouwde, brug;

h de hoogte van den staander;

ω de dwarsdoorsnede van de trekstang;

E de elasticiteitsmodulus van de stof, waaruit die stang bestaat.

Zij $A\,O\,B_2$ eene schematische voorstelling van de halve draaibrug, $A\,O$ de staander, $O\,B_2$ de brug, $A\,B_2$ de trekstang. Is het punt B niet ondersteund, dan tracht het te dalen; daarbij wordt de trekstang uitgerekt en worden de brugbalk en de staander samengedrukt. Die intrekkingen en samendrukkingen wekken in deze deelen spanningen op, waardoor zij trachten hun oorspronkelijken vorm te hernemen.

Wanneer de brug niet van trekstangen voorzien was, zou het uiteinde B, op elk punt van de in zijne beweging af te leggen baan, een druk A op het steunpunt uitoefenen, die van *nul* bij de vrije doorbuiging u', evenredig met de hoogte van opheffing, zou toenemen en bij eene doorbuiging *nul* gelijk A, alzoo bij eene willekeurige doorbuiging u, $\mathrm{A}\left(1-\frac{u}{u'}\right)=A$ zou worden.

Is de brug van trekstangen voorzien, dan bereikt de doorbuiging niet de grens u', waarbij $A=0$ wordt; maar de daling houdt op, zoodra de spanningen, in de deelen $B\,O$, $B\,A$ en $A\,O$ ontstaande, door verandering hunner lengte bij de vervorming van den driehoek $A\,O\,B$, evenwicht maken met de krachten S, R en A, door de daling in die zijden werkende.

Ter bepaling dezer krachten is, in hetgeen volgt, alleen

rekening gehouden met de verlenging van de trekstang en is de invloed van de verkorting van den staander en van den brugbalk buiten rekening gelaten, terwijl bij de doorbuiging de neutrale as van dezen balk beschouwd is als eene rechte lijn.

De staander is alleen aan drukkende krachten onderworpen en moet, zal de trekstang eenig nut doen, tamelijk hoog zijn; om niet te knikken, mag hij dus slechts aan zeer geringe drukkingen onderworpen worden, zoodat zijn samendrukking zoo weinig bedraagt, dat het wel gerechtvaardigd schijnt die te verwaarloozen.

Kon de brugbalk vrij doorbuigen, dan zou de lengte van de neutrale as onveranderd blijven en zouden de vezels boven die as langer worden. Men heeft dus slechts het ondereinde van de trekstang te bevestigen ter hoogte van de vezel, die door de samendrukkende krachten evenveel wordt verkort als zij door de uitrekking zou verlengd worden, om aan de aanneming van onveranderlijkheid der lengte te voldoen. Hoe men de ligging van die vezel bij benadering kan bepalen, zal met een paar voorbeelden worden aangetoond.

Is, voor eene willekeurige doorbuiging u, de uitrekking $Bb = \lambda$, dan is:

$$\lambda = \frac{L_2 S}{E \omega} \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

of, wanneer men de spanning op de eenheid van doorsnede door s voorstelt:

$$\lambda = \frac{L_2 s}{E} \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

Stelt, voor de lengte L der uitgerekte trekstang, V het gedeelte der vertikale kracht A voor, dat door die stang wordt opgenomen, dan is:

$$S = \frac{V L}{h} \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

Voor de doorbuiging $O\,b = u_1$, waarbij evenwicht bestaat, is $V = A_1 = \mathrm{A}\left(1 - \frac{u_1}{u'}\right)$ en dus:

$$S_1 = \frac{\mathrm{A}\left(1 - \frac{u_1}{u'}\right) L_1}{h} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

Uit deze vergelijkingen (1) volgt:

$$\frac{E\,\omega\,\lambda\,h}{L_1\,L_2} = \mathrm{A}\left(1 - \frac{u_1}{u'}\right)$$

en daar $\lambda = L_1 - L_2$ is, vindt men dus voor de doorsnede der trekstang:

$$\omega = \frac{\mathrm{A}}{E\,h}\left(1 - \frac{u_1}{u'}\right)\frac{L_1\,L_2}{L_1 - L_2} \quad \ldots\ldots\ldots (5)$$

Schrijft men dit onder den vorm:

$$\omega = \frac{\mathrm{A}}{E\,h}\left(\frac{u' - u_1}{u'}\right)\frac{L_1\,L_2\,(L_1 + L_2)}{L_1^2 - L_2^2}$$

neemt men daarbij in aanmerking dat algemeen:

$$L^2 = l^2 + h^2 + 2\,h\,u$$

en dus:

$$L_1^2 - L_2^2 = 2\,h\,(u_1 - u_2)$$

is, en stelt men, bij benadering, in den teller $L_1 = L_2$, dan vindt men:

$$\omega = \frac{\mathrm{A}\,L_2^3}{E\,h^2}, \frac{u' - u_1}{u'\,(u_1 - u_2)} \quad \ldots\ldots\ldots (5^a)$$

en uit (4):

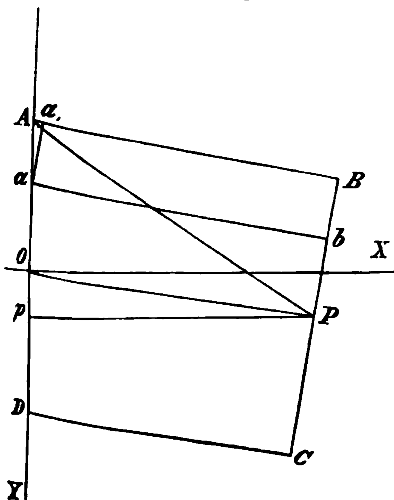
$$s_1 = \frac{\mathrm{A}\,L_1\,(u' - u_1)}{u'\,h\,\omega} = \frac{E\,h\,(u_1 - u_2)}{L_2^2} \quad \ldots . (4')$$

De kracht R, die den brugbalk samendrukt, bereikt hare grootste waarde wanneer $u = u_1$ is en wordt dan:

$$R_1 = \frac{A_1 l}{h} = \mathrm{A} \frac{u' - u_1}{u'} , \frac{l}{h} .$$

Door die kracht wordt, bij den geopenden stand van de brug, de spanning in den bovenrand iets verminderd, die in den benedenrand iets vermeerderd. Aangezien evenwel de doorsneden dier randen niet alleen afhankelijk zijn van de spanningen bij de geopende brug, maar daarop ook invloed uitgeoefend wordt door de spanningen die in de gesloten, geheel of gedeeltelijk belaste, brug ontstaan en de aanwezigheid van de trekstang op deze geen invloed uitoefent, zullen alleen dan en op die plaatsen de doorsneden van den onderrand moeten vergroot worden, wanneer en waar de spanningen, bij den geopenden stand, maxima worden.

Alvorens na te gaan hoeveel arbeid bij de opzetting wordt bespaard door de vermindering van de doorbuiging, zal worden aangetoond op welke wijze, bij benadering, de plaats kan bepaald worden, waar de trekstang moet worden vastgemaakt. Dit zal voor een paar van de meest gebruikelijke, namelijk rechthoekige en dubbel trapeziumvormige, brugbalken onderzocht worden. Voor beide wordt voor de doorbuigingskromme hare koorde gesteld, die, bij de flauwe buigingen, waarmede men te doen heeft, slechts zeer weinig van de kromme afwijkt.



Zij $ABCD$ de helft van den doorgebogen rechthoekigen balk, AD de draaiingsas van de brug, OP de neutrale as, de lengte $OP = r$, de doorbuiging $Op = u$, m en n de coördinaten van het punt P ten opzichte van twee rechthoekige assen OX en OY, $OA = a$, $AB = l$, $AP = d$ en $\angle OPB = \frac{1}{2}\pi$, dan is:

$$d^2 = r^2 + a^2 + 2\,a\,u$$

en daar $A\,B$ en $O\,P$ evenwijdig blijven:

$$l^2 = d^2 - P\,B^2$$

maar $P\dot{B} : a = \sqrt{(r^2 - u^2)} : r$ en dus is:

$$l^2 = r^2 + a^2 + 2\,a\,u - \frac{a^2\,(r^2 - u^2)}{r^2} = \frac{r^4 + 2\,a\,u\,r^2 + a^2 u^2}{r^2}$$

$$l = \frac{r^2 + a\,u}{r}.$$

Is $a\,b$ een willekeurige vezel, gelegen op eene diepte z onder den bovenkant van den balk, dan is, omdat $A\,a_1 = \frac{u\,z}{r}$ is, de lengte van die vezel:

$$L = l - \frac{u\,z}{r} = \frac{r^2 + u\,(a - z)}{r}.$$

Is nu voor $u = u_2$, dus wanneer de trekstang buiten werking is, $A\,B = l_2$ en is voor $u = u_1$ de samendrukking door de kracht R, λ, dan is de oorspronkelijke lengte van de vezel $a\,b$:

$$L_2 = \frac{r^2 + u_2\,(a - z)}{r}$$

en zou de lengte van die vezel, bij aangroeiing van de doorbuiging tot u_1, worden:

$$L_1 = \frac{r^2 + u_1\,(a - z)}{r}.$$

Moet nu de samendrukking van den balk door de kracht R even groot zijn als de verlenging van de vezel door de toeneming der doorbuiging, dan is:

$$\lambda = \frac{r^2 + u_1\,(a - z)}{r} - \frac{r^2 + u_2\,(a - z)}{r}$$

dus:

$$z = a - \frac{r\lambda}{u_1 - u_2}$$

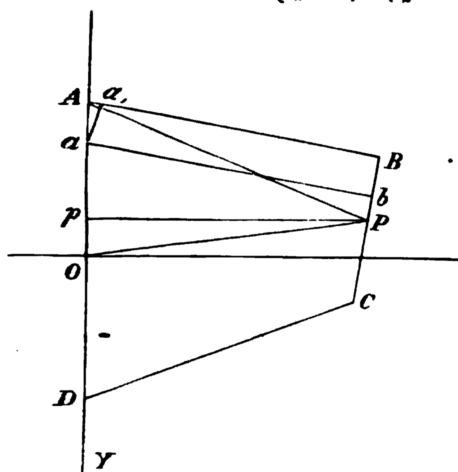
of stellende:

$$O\,a = z_1$$

$$z_1 = \frac{r\lambda}{u_1 - u_2}$$

en hierin is:

$$r = \tfrac{1}{2}\,\{l_2 + \sqrt{(l_2^2 - 4\,a\,u_2)}\}.$$



Voor den dubbel-trapeziumvormigen balk, waarvan $A\,D$ het midden voorstelt en waarvoor, overigens met behoud derzelfde teekens, de hoogte $B\,C$ langs de voorhar der brug aangeduid wordt door $2\,b$, dus $PB = b$, wordt ondersteld dat bij doorbuiging $\angle ABP = \tfrac{1}{2}\pi$ blijft.

Van die onderstelling uitgaande heeft men:

$$r^2 = m^2 + n^2,\; d^2 = m^2 + (a - n)^2 = r^2 + a^2 - 2\,a\,n$$

$$l^2 = d^2 - b^2 = r^2 + a^2 - b^2 - 2\,a\,n.$$

Is:

$$A\,a = z,\; \angle\, O\,A\,P = \varphi,\; \angle\, P\,A\,B = \psi$$

dan is:

$$A\,a_1 = z \cos(\varphi + \psi)$$

$$\cos\varphi = \frac{a - n}{d},\; \sin\psi = \frac{b}{d}$$

dus:

$$\cos(\varphi + \psi) = \frac{(a - n)\sqrt{(r^2 + a^2 - b^2 - 2\,a\,n)} - b\,m}{r^2 + a^2 - 2\,a\,n}.$$

Voor de lengte L van de vezel $a\,b$ heeft men dus:

$$L = \sqrt{(r^2 + a^2 - b^2 - an)} - z\frac{(a-n)\sqrt{(r^2 + a^2 - b^2 - 2an)} - bm}{r^2 + a^2 - 2an}$$

en voor de uitrekking tusschen de doorbuigingen u_2 en u_1, die weder gelijk moet zijn aan de samendrukking λ:

$$\lambda = \sqrt{\{r^2 + a^2 - b^2 - 2an_1\}} - \sqrt{\{r^2 + a^2 - b^2 - 2an_2\}} +$$
$$+ z\left\{\frac{(a - n_2)\sqrt{(r^2 + a^2 - b^2 - 2an_2)} - bm_2}{a^2 + r^2 - 2an_2} - \right.$$
$$\left. - \frac{(a - n_1)\sqrt{(r^2 + a^2 - b^2 - 2an_1)} - bm_1)}{a^2 + r^2 - 2an_1}\right\}.$$

Nu is zeer nabij $n = a - b - u$, zoodat bij benadering gesteld mag worden $a - n = b + u$ en men vindt dus:

$$z\left\{\frac{b(l_2 - m_2) + l_2 u_2}{l_2^2 + b^2} - \frac{b(l_1 - m_1) + l_1 u_1)}{l_1^2 + b^2}\right\} = \lambda - l_1 + l_2.$$

Ter bepaling van den arbeid, voor de opzetting noodig, dient de volgende beschouwing:

Voor eene willekeurige doorbuiging u wordt de uitrekking van de trekstang:

$$\lambda = L - L_2 = \frac{L^2 - L_2^2}{L + L_2} = \frac{2h(u - u_2)}{L + L_2}$$

de spanning in de trekstang is:

$$S = \frac{E\omega\lambda}{L_2}$$

$$S = \frac{2E\omega h(u - u_2)}{L_2(L + L_2)}.$$

Ontbindt men deze kracht in de richting van den brugbalk en van de vertikaal, dan wordt de waarde van de laatste ontbondene:

$$V = \frac{hS}{L} = \frac{2E\omega h^2(u - u_2)}{LL_2(L + L_2)}$$

of bij benadering:

$$V = \frac{E \omega h^2 (u - u_2)}{L_2^3}.$$

Volgens (5^a) is:

$$\frac{E \omega h^2}{L_2^3} = A \frac{u' - u_1}{u' (u_1 - u_2)}$$

en dus wordt:

$$V = A \frac{(u' - u_1)(u - u_2)}{u' (u_1 - u_2)}.$$

Met deze kracht tracht dus de spanning in de trekstang het vooreinde van de brug op te lichten, en bij den door haar geleverden arbeid $\int_{u_2}^{u_1} V du$ moet dus nog gevoegd worden eene zekere hoeveelheid mechanischen arbeid, om den geheelen arbeid te verkrijgen, noodig tot oplichting van het einde der brug.

Die geheele arbeid is $\int_{u_2}^{u_1} A\, du$ en daar $A = A \frac{u' - u}{u'}$ is wordt dus de nog te leveren arbeid:

$$T = \int_{u_2}^{u_1} (A - V)\, du = \frac{A}{u'} \int_{u_2}^{u_1} \left\{ u' - u - \frac{(u' - u_1)(u - u_2)}{u' (u_1 - u_2)} \right\} du$$

$$T = A \frac{(u' - u_2)(u_1 - u_2)}{2 u'} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (6)$$

Moest de brug zonder trekstangen opgezet worden van $u = u'$ tot $u = O$, dan zou de gevorderde arbeid bedragen:

$$T = \frac{A}{u'} \int_0^u (u' - u)\, du = \tfrac{1}{2} A u' \ldots \ldots \quad (7)$$

terwijl voor eene opzetting van $u = u'$ tot $u = u_2$ de arbeid wordt:

$$t = \frac{A}{u'} \int_{u_2}^{u'} (u' - u)\, d u = \frac{A}{2\, u'} (u' - u_2)^2 \quad . \; . \; . \; (8)$$

De hoeveelheden arbeid, vereischt voor eene opheffing van de uiteinden eener brug zonder trekstangen, tot de geheele doorbuiging verdwenen is; voor eene opheffing van diezelfde brug, tot eene doorbuiging u_2 overblijft, en voor eene gelijke brug met trekstangen van de doorbuiging u_1 tot u_2, staan dus tot elkander in reden als:

$$\mathrm{T} : t : T = u'^2 : (u' - u_2)^2 : (u' - u_2)\,(u_1 - u_2)$$

Is hierin bijv.:

$$u_2 = \tfrac{1}{2}\, u',\; u_1 = \tfrac{3}{4}\, u'$$

dan heeft men:

$$\mathrm{T} : t : T = 1 : 0.25 : 0.125.$$

Door het aanbrengen van trekstangen kan dus, althans bij groote bruggen, waar de doorbuiging eenigermate te belangrijk wordt, een niet onaanzienlijk deel van den arbeid bespaard worden; maar de kracht, voor de opzetting noodig, wordt er niet door verminderd. Het laten bestaan van een deel der doorbuiging in de gesloten brug, levert dus meer voordeel op dan het beletten dat de doorbuiging hare volle waarde bereikt. In dit laatste geval kan bovendien een constructief bezwaar ontstaan, dat in het eerste zich niet doet gevoelen.

Bij bruggen van kleine afmetingen heeft het aanbrengen van trekstangen, ter vermindering der doorbuiging, geen nut. Bij bruggen van groote afmetingen worden zij lang en zwaar, veel zwaarder dan zij in den regel gemaakt worden, en kan de doorbuiging door haar eigen gewicht een zeer ernstige hinderpaal worden tegen haar gebruik.

Men zal dus, in ieder bijzonder voorkomend geval, de voor- en nadeelen van het gebruik van trekstangen nauwkeurig moeten onderzoeken eer men er toe overgaat.

PROCES-VERBAAL

VAN DE

GEWONE VERGADERING DER AFDEELING NATUURKUNDE,

op Zaterdag 27 Februari 1886.

Tegenwoordig de Heeren: BUYS BALLOT, Voorzitter, ZAAIJER, SURINGAR, MICHAËLIS, VAN DIESEN, SCHOLS, BAEHR, FRANCHIMONT, LORENTZ, RIJKE, MARTIN, GUNNING, STOKVIS, BOSSCHA, BIERENS DE HAAN, DONDERS, VAN DE SANDE BAKHUYZEN, PLACE, ZEEMAN, J. A. C. OUDEMANS, KOSTER, MULDER, BEHRENS, KORTEWEG, KAMERLINGH ONNES, VAN DER WAALS, BRUTEL DE LA RIVIÈRE, HOEK, BEIJERINCK, FÜRBRINGER, ENGELMANN, en C. A. J. A. OUDEMANS, Secretaris.

— Het Proces-Verbaal der vorige zitting wordt gelezen en goedgekeurd.

— Worden gelezen Brieven van dankzegging voor ontvangen werken der Akademie van de navolgenden:

1°. G. J. W. BREMER, Secretaris van het Bataafsch Genootschap der proefondervindelijke Wijsbegeerte te Rotterdam, 7 Februari 1886; 2°. M. BARCENA, Directeur van het Observatorio meteorologico magnetico central te Mexico, 29 Januari 1886; aangenomen voor bericht.

— Voorts Brieven ten geleide van boekgeschenken van de navolgenden:

1°. Het Ministerie van Binnenlandsche Zaken te 's Gra-

venhage, 9 Februari 1886; 2°. M. J. DE GOEJE, Leiden, 25 Februari 1886; 3°. J. F. L. SCHNEIDER, Bibliothecaris der polytechnische School te Delft, 6 Februari 1886; 4°. den Secretaris der Wetterauische Gesellschaft für die gesammte Naturkunde te Hanau, 30 December 1885; 5°. W. H. FINLAY, Secretaris der South African philosophical Society te Cape Town, Januari 1886; 6°. F. M THORN, Superintendent der U. S. Coast and geodetic Survey te Washington, 18 December 1885; 7°. den Directeur der geological and natural history Survey te Sussex, 1886; 8°. den Secretaris der royal Society of Canada te Montreal, 18 December 1885; waarop het gewone besluit valt van schriftelijke dankbetuiging en plaatsing in de Boekerij.

— Tot de ingekomen stukken behooren 1° een schrijven van Mevr. de Wed. R. A. MEES-GOCKINGA (16 Febr. 1886), waarin het overlijden op 15 Febr. wordt medegedeeld van haren echtgenoot, wijlen den Heer Dr. R. A. MEES, Hoogleeraar te Groningen, lid der Akademie. De Voorzitter vindt hierin aanleiding, eenige hartelijke woorden over den overledene te spreken, zijne verdiensten als wetenschappelijk man in het licht te stellen en van zijn in alle opzichten degelijk karakter te gewagen. De deelneming der Afdeeling in het door haar geleden smartelijk verlies, zal aan Mevr. de Wed. MEES te kennen worden gegeven; 2° een antwoord van Z.E. den Minister van Waterstaat, Handel en Nijverheid (12 Febr. 1886) op het verzoek der Afdeeling, om haar, ten behoeve van de werkzaamheden der Limnoria-Commissie, een voorloopig subsidie van ƒ 2000 toe te staan. Op prijs stellend, wat reeds terstond door de Commissie verricht werd, verklaart de Minister, dat op de begrooting van zijn Departement voor het beoogde doel niet meer dan ƒ 1000 beschikbaar kan worden gesteld, weshalve het Z.E. aangenaam zou wezen, indien de uitgaven tot die som konden worden beperkt.

Daar noch de Voorzitter, noch een der leden van de Limnoria-Commissie op dit oogenblik tegenwoordig is, deelt de Secretaris mede, dat 's Ministers schrijven ter kennis ge-

bracht werd van den Voorzitter der Afdeeling en den Voorzitter der Limnoria-Commissie, en dat hij van den laatste een schrijven ontving, inhoudende dat de Commissie voorloopig diligent kan blijven, en zien wat haar te doen staat, zoodra de *f* 1000 mochten overschreden zijn.

— De Heer BEIJERINCK houdt zijne, met tal van platen opgehelderde, voordracht »over den invloed van wortels en knoppen op elkanders ontwikkeling en plaatsing", waarvan de strekking was aan te toonen, dat wortels eene bijzondere neiging hebben om de weefsels in hunne nabijheid tot de vorming van knoppen aan te zetten, en knoppen evenzoo om de weefsels hunner omgeving tot het voortbrengen van wortels te prikkelen, zoodat men in tal van gevallen verrast wordt door het verschijnsel, dat wortels naar buiten komen op plaatsen waar men knoppen, en knoppen op die waar men wortels verwacht had. Eene verhandeling met platen over het onderwerp wordt voor de 4° werken aangeboden.

— De Heer VAN DER WAALS draagt het 2de gedeelte voor zijner rede »over het stabiel evenwicht van heterogene stoffen".

— De Heer STOKVIS bespreekt de oorzaak van de vergiftige werking der chloorzure zouten, naar aanleiding van onderzoekingen in het Pathologisch Laboratorium, deels door de Heeren KIMMIJSER en VAN GORKOM, deels door hem zelf verricht. Ofschoon de vergiftige en doodende werking van groote hoeveelheden chloorzure zouten en met name van het kalium-chloraat (chloras kalicus) reeds sedert 1856 door CHEVALIER en in 1860 door JACOBI was aan het licht gebracht, zoo heeft zij toch eerst in de laatste jaren bijzonder de aandacht getrokken, eensdeels omdat in Duitschland betrekkelijk talrijke vergiftigingsgevallen door kalium-chloraat zijn voorgekomen, anderdeels, omdat haar oorzaak gezocht werd in zeer eigenaardige verhoudingen, die ook bij de werking van andere geneesmiddelen zouden voorkomen, en waarbij weefsel-elementen, en met name het bloed, onder den in-

vloed van de door het geneesmiddel afgestane zuurstof zeer belangrijke veranderingen zouden ondergaan. Zoo wordt dan ook op dit oogenblik, vooral naar aanleiding der onderzoekingen van BINZ en MARCHAND, op enkele uitzonderingen na, de meening algemeen gedeeld, dat de vergiftige werking der chloorzure zouten te wijten is aan hunne eigenschap, om zuurstof aan het levende lichaam af te staan, door welke zuurstof het oxyhaemoglobine der roode bloedlichaampjes in methaemoglobine — eene veel vastere zuurstofverbinding — zoude worden veranderd. Die omzetting van het bloed zou nu óf onmiddellijk tot den dood leiden, óf middellijk door het ophoopen van de omgezette bloedbestanddeelen in de nieren, en andere organen, die met de bloedbereiding meer of min in onmiddellijk verband kunnen worden gebracht: met name de milt en lever.

Deze voorstelling nu is, naar aanleiding der boven bedoelde onderzoekingen, onhoudbaar:

1°. Daar eene reductie van chloorzure zouten in het levend organismus tot chloriden, waarbij dus zuurstof zou worden afgestaan, niet kan worden aangetoond.

2°. Daar ook buiten het levend lichaam geheel versche dierlijke vloeistoffen en organische zelfstandigheden geene reductie der chloorzure zouten tot stand doen komen.

3°. Daar in het levend bloed, zelfs bij directe overlading daarvan met chloorzure zouten, geene omzetting van bloedkleurstof, geene vorming van methaemoglobine plaats grijpt.

Terwijl nu die reductie van chloraten tot chloriden in zich ontbindende vloeistoffen, onder den invloed van nog onbekende fermenten, zeer gemakkelijk tot stand komt, en ook in het afstervende of afgestorven bloed zich onder den invloed van het chloorzuur en de daardoor afgestane zuurstof het oxyhaemoglobine eerst tot methaemoglobine en dan verder tot haematine wordt omgezet, heeft men het recht om de bedoelde omzetting als een in het lijk aanwezig verschijnsel te beschouwen, dat voor de vergiftige werking der zouten gedurende het leven geen oogenblik verantwoordelijk gesteld kan worden.

Maar welke is dan de oorzaak der vergiftige werking?

Gaat men de dosis na, die als lethale en toxische bij de aanwending van een chloorzuur zout, waarvan de alkalische component zelf geen vergif is, uit een aantal onderzoekingen kan worden afgeleid, dan blijkt zij eene zeer hooge (b. v. voor het konijn, op 1 kilog. dier, 2 à 3 gram bij intraveneuse injectie, 10—12 gram bij inwendige aanwending). Gaat men bij ditzelfde zout de verschijnselen na, waaronder zich de vergiftiging openbaart, dan blijken zij bij intraveneuse injectie te bestaan in eigenaardige veranderingen van het centraal-zenuwstelsel, in aan het hoofd en de voorpooten beginnende bevingen, die zich spoedig over het geheele lichaam uitstrekken, en die gevolgd en afgewisseld worden door verschijnselen van bewusteloosheid, gevoelloosheid, verminderde reflexprikkelbaarheid, bemoeielijkte ademhaling, vertraagde hartswerking, totale paralyse. Bij alle diersoorten blijkt dit vergiftigingsbeeld identisch, en bij de zoogdieren vindt men, na intraveneuse injectie, standvastig oedeem van de longen na den dood. Bij de inwendige aanwending treft men dezelfde reeks van verschijnselen aan, vermeerderd met diarrheeën, brakingen, in één woord, met een reeks verschijnselen, die op eene heftige ontsteking van het slijmvlies van maag en darmkanaal wijzen.

Noch met betrekking tot de toxische en lethale dosis, noch met betrekking tot het vergiftigingsbeeld, openbaart zich nu eenig verschil tusschen de chloorzure zouten, waarvan de alkalische component zelf onvergiftig is, en een ander indifferent zout, b. v. het keukenzout. De oorzaak van de vergiftige werking is hier en daar toe te schrijven aan de werking van het geconcentreerde zout als zoodanig, dat eensdeels door zijn sterk wateraantrekkend vermogen een plaatselijk heftig prikkelenden, ja bijtenden invloed op de weefsels uitoefent, waarmede het in aanraking is, anderdeels, na in het bloed te zijn opgenomen, de concentratie van het »milieu intérieur" doet stijgen, waardoor zich belangrijke stoornissen in de functie van het centraal-zenuwstelsel voordoen en daarnaast in andere organen — zooals de nieren —, die voor de verwijdering van het te veel ingebrachte keukenzout moeten zorgen.

Dat geconcentreerde keukenzout-oplossingen vergiftig zijn, dat keukenzout in zeer groote hoeveelheid in eens genomen zelfs den dood van den mensch teweeg kan brengen, daarvoor zijn in de literatuur voorbeelden genoeg aanwezig, en ook hier blijkt opnieuw, hoe moeielijk het is een scherpe grens te vinden tusschen vergiften en voedingsmiddelen, of althans stoffen, die voor het onderhoud van het leven onmisbaar zijn.

Heeft men met een chloorzuur zout te doen, waarvan de alkalische component zelf een vergif is, dan komt, naast en met de nadeelige inwerking der geconcentreerde zoutsolutie, de toxische werking van dien component in aanmerking. Zoo b. v. bij het in de geneeskunde en zelfs als volksmiddel zoo veelvuldig gebruikte chloras kalicus. Een terugblik op de geschiedenis der toxicologie in de laatste eeuw leert, dat vergiftiging met kalium-praeparaten in verschillende tijden zijn voorgekomen; in het laatst der vorige eeuw, vooral met het sulfas kalicus (sal. polychrestum, sal. Holsaticum, sal de duobus) in het derde, vierde en vijfde decennium onzer eeuw vooral met het kalium-nitraat. Uit de literatuur blijkt verder, dat de lethale dosis dezer zouten bij den mensch bijna volledig overéénstemt met die, welke in het laatste tiental jaren voor het kalium-chloraat werd gevonden. Het chloorzuur in die verbinding is aan de toxische werking zoo onschuldig. dat (bij opzettelijke proeven met oplossingen van gelijke concentratie) het chloorkalium, hetwelk naar zijne scheikundige zamenstelling op 1 gewichtsdeel nog meer kalium bevat dan het kalium-chloraat, inderdaad zich dan ook als meer vergiftig deed kennen.

Ter voorkoming der vergiftige werking van chloorzure zouten, hebbe men dus vooral te waken tegen het aanwenden van al te geconcentreerde oplossingen, en waarschuwe men nog bovendien voor het gebruik dier stof in groote hoeveelheden en in substantie.

— Voor de boekerij worden aangeboden: door den Heer Franchimont, uit naam der Redactie, het 4[de] deel van het Recueil des travaux chimiques dans les Pays-Bas; door den

Heer Bierens de Haan, uit naam van het wiskundig Genootschap »Een onvermoeide arbeid komt alles te boven", Nieuw Archief voor Wiskunde, deel XII, 2de stuk; door den Heer Buys Ballot: het Nederlandsch Meteorologisch Jaarboek voor 1885.

— Ter plaatsing in de Verslagen en Mededeelingen worden aangeboden: 1° door den Heer C. A. J. A. Oudemans eene bijdrage van den Heer Dr. J. H. Wakker: »Die Neubildungen an abgeschnittenen Blättern von Caulerpa prolifera", en 2° door den Heer Kamerlingh Onnes een opstel van den Heer Dr. J. Nieuwenhuyzen Kruseman: »Over de potentiaalfunctie van het electrische veld in de nabijheid van een geladen bolvormige kom". De Voorzitter benoemt tot rapporteurs over den eersten arbeid de Heeren C. A. J. A. Oudemans en Rauwenhoff, en over den tweeden de Heeren Kamerlingh Onnes en Grinwis.

— Daar er verder niets te verhandelen is, sluit de Voorzitter de Vergadering.

PROCES-VERBAAL

VAN DE

GEWONE VERGADERING DER AFDEELING NATUURKUNDE,

op Zaterdag 27 Maart 1886.

Tegenwoordig de Heeren: Buys Ballot, Voorzitter, Mulder, Franchimont, Zaaijer, van Diesen, Bierens de Haan, Bosscha, Place, Zeeman, A. C. Oudemans Jr., Korteweg, van der Waals, Baehr, van 't Hoff, Beijerinck, Martin, de Vries, Hoffmann, Michaëlis, van de Sande Bakhuyzen, Stokvis, Behrens, Donders, Mac Gillavry, Hubrecht, Grinwis, Koster, Lorentz, Kamerlingh Onnes, Brutel de la Rivière, van Riemsdijk en C. A. J. A. Oudemans, Secretaris.

— De Heeren Hoek, Schols en J. A. C. Oudemans hebben zich schriftelijk over hunne afwezigheid verontschuldigd.

— Het Proces-Verbaal der vorige vergadering wordt gelezen en goedgekeurd.

— Worden gelezen Brieven van dankzegging voor ontvangen werken der Akademie van de navolgenden:

1°. J. A. Grothe, Secretaris van het historisch Genootschap te Utrecht, Februari 1886; 2°. R. Melvil van Lijnden, Secretaris van het provinciaal Utrechtsch Genootschap van kunsten en wetenschappen te Utrecht, Maart 1886; 3°. G. Voss, Secretaris der naturforschende Gesellschaft te Emden, 24 Maart 1886; 4°. N. van Werveke, Secretaris der

section historique de l'Institut royal grand-ducal te Luxemburg, 25 Maart 1886; aangenomen voor bericht.

— Voorts brieven ten geleide van boekgeschenken van de navolgenden:

1°. R. Melvil van Lijnden, Secretaris van het provinciaal Utrechtsch Genootschap van kunsten en wetenschappen te Utrecht, Maart 1886; 2°. W. H. M. Christie, Directeur van het royal observatory, Greenwich, 16 Maart 1886; 3°. F. von Hauer, Directeur van het k. k. naturhistorische Hofmuseum te Weenen, Februari 1886; waarop het gewone besluit valt van schriftelijke dankbetuiging en plaatsing in de Boekerij.

— Tot de ingekomen stukken behooren:

1°. Een brief van den Heer T. J. Stieltjes Jr. (26 Febr. 1886), waarin kennis wordt gegeven, dat hij zich verplicht ziet zijn lidmaatschap der Akademie neêr te leggen, uithoofde van zijne vestiging te Parijs. Aangenomen voor bericht. 2°. Eene missive van Z.E. den Minister van Koloniën (19 Maart 1886), ter begeleiding van een handschrift van den Hoogleeraar J. A. C. Oudemans te Utrecht, inhoudende de vraag: of de Akademie het noodig acht, de verificatie van een stel gewichten, bestemd voor de Indische Regeering, en reeds, op verzoek van den Minister, door den Heer Oudemans geverifieerd, nu nog eens, zooals vroeger Zijner Exc.'s plan was, ter verificatie toe te zenden aan de Commissie voor Standaardmeter en -kilogram. Wordt besloten, den brief des Ministers met de daarbij behoorende bescheiden in handen te stellen van de Commissie voornoemd, met verzoek om advies in de volgende vergadering. 3°. Eene kennisgeving van den Heer J. A. C. Oudemans, inhoudende, dat hij tot het Bestuur der Natuurkundige Afdeeling het schriftelijk verzoek heeft gericht, maatregelen te nemen, noodig om tot eene minder omslachtige wijze van het kiezen van nieuwe leden te geraken.

— De Heeren C. A. J. A. Oudemans en Rauwenhoff

brengen verslag uit over het opstel van den Heer Dr. J. H. WAKKER: »die Neubildungen an abgeschnittenen Blättern von Caulerpa prolifera". De conclusie strekt tot opneming daarvan in de Verslagen en Mededeelingen. Aldus wordt besloten.

— De Heeren KAMERLINGH ONNES en GRINWIS brengen verslag uit over de verhandeling des Heeren J. NIEUWENHUYZEN KRUSEMAN: »Over de potentiaalfunctie van het electrisch veld in de nabijheid van eene geladen bolvormige kom". De opneming van dezen arbeid in de Verslagen en Mededeelingen wordt, op voorstel der Commissie, door de Vergadering aangenomen.

— De Heer LORENTZ behandelt de vraag »of de ether al dan niet aan de beweging der Aarde deelneemt", en geeft daarna nog eenige opheldering over sommige duistere punten aan de Heeren GRINWIS en BUYS BALLOT. Een opstel over het gesprokene wordt toegezegd voor de Verslagen en Mededeelingen.

— De Heer MARTIN doet de volgende mededeeling.

Het eiland Curaçao werd reeds in het jaar 1827 door den opperbergraad STIFFT uit Nassau onderzocht en in een bij de Regeering ingediend rapport uitvoerig beschreven, welk rapport in 1858 onder den naam van DUMONTIER in de *Verslagen en Mededeelingen* der Akademie (Deel VIII, pag. 287) is opgenomen. STIFFT maakt onder anderen melding van het voorkomen eener zandsteenformatie op Curaçao, welke vorming in verband met kiezelschiefers en kalksteenen aangetroffen wordt en door genoemden onderzoeker tot de jongere grauwakkenformatie werd gerekend. Versteeningen heeft STIFFT in bedoelde beddingen niet waargenomen en de ouderdomsbepaling der lagen steunt om die reden enkel op het petrographisch karakter der formatie.

Dit karakter is inderdaad van dien aard, dat, naar analogie van Europeesche beddingen, er moeilijk iemand aan zoude twijfelen, dat de kiezelschiefers, zand- en kalksteenen,

tot het palaeozoisch tijdvak behoorden, en spreker meende in het begin ook een palaeontologisch bewijs voor de ouderdomsbepaling der lagen als palaeozoisch te kunnen bijbrengen.

Er komen in de kalksteenen namelijk tal van versteeningen voor, die door geen enkel kenmerk (voorzooverre afbeeldingen en beschrijvingen een oordeel toelaten) van het genus *Dania* verschillen, hetwelk door EDWARDS en HAIME werd opgesteld en als silurisch uit Noord-Amerika beschreven. Onderscheidene onzer eerste autoriteiten op palaeontologisch gebied beschouwden de versteeningen van Curaçao met spreker als behoorende tot *Dania* E. H., maar, zooals F. ROEMER het eerst door vergelijking met een door hem in Tennessee verzameld fossiel ontdekte, is de *Dania* van Curaçao ook niet van *Radiolites* verschillend.

Spreker kwam na een uitvoerig onderzoek tot het resultaat, dat het genus *Dania* E. H. geen recht van bestaan heeft en als een brok van de schaal eens *Rudisten* beschouwd moet worden, hetwelk abusievelijk als silurisch beschreven is. Ook QUENSTEDT heeft blijkbaar een soortgelijk brokstuk onder den naam van *Dania saxonica* uit de krijtformatie van Middel-Duitschland beschreven, want deze formatie bevat, zooals bekend is, *Rudisten* en komt op de plaats, waar het fossiel is verzameld, voor. Andere exemplaren van *Dania* zijn niet bekend.

De brokstukken van *Rudisten* in bedoelde kalkformatie van Curaçao zijn meestal sterk verbrijzeld, tengevolge van mechanische inwerkingen, die het gesteente heeft ondervonden. Horizontale doorsneden laten zelfs onder den mikroskoop geenerlei verschil van Chaetetiden (waartoe ook *Dania* wordt gerekend) waarnemen, wel echter vertikale doorsneden, die een zeer geringen samenhang der zijwanden van verschillende over elkander gelegen cellagen vertoonen.

Behalve de overblijfselen van *Rudisten*, die de kalksteenen als krijt kenmerken, worden daarin nog zeer talrijke kalklagen, behoorende tot het genus *Lithothamnium*, aangetroffen, benevens Foraminiferen van het geslacht *Textularia*.

De beddingen zijn geplooid en, naar het schijnt, met de

sterk opgestuwde kiezelschiefers tot onderscheidene lage ruggen samengeschoven, die onderling en met de kust van Savonet ongeveer evenwijdig loopen.

Kon er, bij gebrek aan profielen op het lage eiland, nog een tijd lang twijfel bestaan of de kiezelschiefers te recht met de kalksteenen tot dezelfde formatie vereenigd werden, zoo moest deze twijfel worden opgelost door het feit, dat ook in het tegenoverliggende gedeelte van Zuid-Amerika *Rudisten*-kalken in verband met cretaceïsche kiezelschiefers aangetroffen worden.

Het eiland Curaçao mag als eene voortzetting der gesteenten beschouwd worden, die op het vaste land van Zuid-Amerika, bij den opbouw der laatste vertakkingen van de Cordilleren, eene zoo belangrijke rol spelen.

— De Heer VAN DER WAALS handelt »over de grenzen van het gebied van den vasten toestand voor enkelvoudige en samengestelde stoffen".

— De Heer HOFFMANN biedt, uit naam van den Heer Dr. W. J. VIGELIUS, de volgende Bijdrage aan tot de ontwikkelingsgeschiedenis der Bryozoa Ectoprocta:

»Mijn onderzoek betreffende de ontwikkeling, den bouw en het fixeeren der larve van *Bugula calathus* NORM. heeft tot de volgende hoofdresultaten geleid:

1°. Ovarium en Testis zijn producten van het mesenchymateuse parenchymweefsel. De jonge eierstok bevat 2 of meer (veelal 4) eicellen, omgeven door een follikel, die veel dunner is dan bij *Flustra membranaceo-truncata* SMITT. In den regel komt slechts één der eieren tegelijk tot rijpheid; de anderen blijven, wanneer zij eene zekere grootte bereikt hebben, min of meer stationair. Vermoedelijk bereikt ééne dezer stationaire eicellen later den geslachtsrijpen toestand, terwijl de overigen tot de voeding van het rijpende ei bijdragen.

2°. De meeste geslachts-individu's zijn hermaphroditisch. De bevruchting van het ei geschiedt hoogst waarschijnlijk in de lichaamsholte. Van hier wordt het ei naar de broed-

ruimte in de ovicel verplaatst. De bij *Flustra* waargenomene dichogamie schijnt hier te ontbreken of althans uitzondering te zijn.

3°. De eerste klieving van het alecithale ei geschiedt volgens een meridaanvlak, dat de vegetatieve en animale pool van het ei (tevens de centra der toekomstige oraal- en aboraalzijden) snijdt. De 2e klieving heeft eveneens volgens een meridiaanvlak plaats loodrecht op het eerste. Dan volgt eene aequatoriale segmentatie, welke den aanleg der orale en aborale *) embryohelft vormt.

De klievingskogels dezer beide helften vertoonen bij *Bugula* geenszins dat opvallend verschil in grootte, hetwelk door REPIACHOFF en BARROIS bij andere species werd waargenomen. Terwijl de 4 aborale cellen uitsluitend tot de vorming van het epiblast bijdragen, vormen de 4 orale cellen zoowel een deel van het epiblast alsook den aanleg van het hypoblast. Het stadium 16 ontstaat door 2 deelingen evenwijdig aan het 1e meridiaanvlak, het stadium 32 door 2 deelingen evenwijdig aan het 2e dito.

Reeds zeer vroegtijdig is het blastocoel aanwezig.

4°. De blastosphaera verandert door epibolie in eene gastrula. De 4 centrale cellen der oraalzijde, die, in het blastocoel liggende, den aanleg van het hypoblast vertegenwoordigen, komen in grootte ongeveer met de epiblastcellen overeen. Zij vermenigvuldigen zich, omsluiten eene spleetvormige kortstondig optredende gastrulaholte en vullen het blastocoel nagenoeg geheel op. Bij den verderen groei van het embryo ontstaat door hare voortgezette vermenigvuldiging eene massa van los samenhangende cellen, die te zamen het hypo- en mesoblast vertegenwoordigen. De geringe zelfstandigheid, welke deze beide kiembladen vertoonen — eene grens tusschen hen laat zich niet trekken — is toeteschrijven aan de geheel passieve rol, die zij bij de verdere ontwikkeling vervullen. Bij de phylogenetisch oudere Entoprocten en bij sommige Ectoprocten

---

*) Deze benamingen duiden die zijden van het embryo aan, welke met de orale en aborale zijden der Entoproctenlarven identisch zijn.

beantwoorden hypo- en mesoblast aan hunne oorspronkelijke bestemming. Het darmkanaal, aanwezig bij de larven der Entoprocten en bij *Cyphonautes*, komt bij de *Bugula*-larve niet tot ontwikkeling.

De uit de primaire hypoblastcellen ontstane celmassa neemt in oudere stadiën een reticulair karakter aan en ondergaat daarna eene korrelige degeneratie. In deze opvullingsmassa ontstaan vroegtijdig hier en daar kleine holten (vermoedelijk een overblijfsel van het blastocoel), die in het lichaam der larve gedeeltelijk tot eene grootere spleetvormige ruimte (in de orale helft gelegen) samenvloeien (primaire lichaamsholte).

5°. In het aequatoriaalvlak van het embryo vormt het epiblast een gordel van grootere naar buiten gewelfde cellen (Corona), die zich in radiale richting deelen en later bijzonder in lengte toenemen. Zij zijn met ciliën bekleed.

6°. Aan de oraalzijde ontstaan ongeveer gelijktijdig 2 invaginaties van het epiblast; de ééne (meer centrale) vormt den aanleg van den zuignap (bevestigingsorgaan voor de larve) de andere dien van de cilindrische instulping, welke aan de voorzijde der larve wordt aangetroffen. De zuignap is met cilinderepitheel bekleed en neemt door instulping van zijn boveneinde eene bekervormige gedaante aan, waardoor zijn lumen tot eene nauwe spleet wordt gereduceerd.

7°. Aan de aborale pool van het embryo ontstaat door verdikking van het epiblast eene dikke retractiele schijf, opgebouwd uit groote min of meer peervormige cellen (Saugnapf. Aut). Rondom dit orgaan vormt zich door instulping van het epiblast, eene cirkelvormige groeve.

8°. Ten slotte ontwikkelt zich uit het epitheel, dat de bovengenoemde buisvormige instulping van het epiblast bekleedt, een eigenaardig orgaan, dat een 3-lobbigen bouw vertoont en uit groote cellen (vermoedelijk kliercellen) is opgebouwd. In tegenstelling met Barrois ben ik van meening, dat dit geheele orgaan een product van het epiblast is

9°. Bij het fixeeren der larve wordt de zuignap plotseling naar buiten uitgestulpt. Dit gaat gepaard met hevige contracties der larve, waarbij de aborale ectodermaalschijf

en de buisvormige instulping naar binnen worden getrokken en nog eenigen tijd bewegelijk blijven. De larve, die zich dus met de oraalzijde fixeert, verliest hare ciliën en strekt de aboraalzijde, waardoor de cirkelvormige groeve rondom de ectodermaalschijf verdwijnt. De huid van het primaire individu ontstaat dus grootendeels uit de aboraalzijde der larve. Over de verdere ontwikkeling hoop ik later te kunnen berichten. Zeker is het dat de ontwikkeling van *Bugula* als eene metamorphose en niet als eene metagenese moet worden beschouwd, aangezien de aborale ectodermaalschijf der larve in belangrijke mate deelneemt aan de vorming der inwendige organen van het primaire individu der kolonie."

— De Secretaris biedt, uit naam van den Heer Dr. M. Treub, voor de boekerij der Akademie aan het 2de stuk, deel V, der Annales du Jardin botanique de Buitenzorg, geheel gewijd aan de studie der Lycopodiaceeën, en meer in het bijzonder aan die der ontwikkeling van de voorkiem en de kiem van Lycopodium Phlegmaria.

— Daar er verder niets te verhandelen is, wordt de Vergadering gesloten.

VERSLAG

OVER EEN OPSTEL VAN DEN HEER Dr. **J. H. WAKKER,**

GETITELD:

DIE NEUBILDUNGEN AN ABGESCHNITTENEN BLÄTTERN VON CAULERPA PROLIFERA.

(Uitgebracht in de Vergadering van 27 Maart 1886).



De ondergeteekenden, in de Vergadering der Afdeeling van 27 Februari j.l. benoemd om verslag uit te brengen over een opstel van den Heer Dr. J. H. WAKKER, getiteld: »Die Neubildungen an abgeschnittenen Blättern von Caulerpa prolifera", hebben de eer hierbij zich van de hun opgedragen taak te kwijten.

De Heer WAKKER, gedurende eenigen tijd werkzaam geweest aan het zoölogisch station te Napels, nam de gelegenheid, hem daar zoo ruimschoots gegeven, waar om eenige bijzonderheden aangaande het leven van *Caulerpa prolifera*, eene Siphonacee uit de golf van Napels, te leeren kennen.

Het had hem getroffen dat deze plant, niettegenstaande daarvan geene geslachtswerktuigen of zwermsporen bekend zijn, toch in hooge mate het vermogen om zich te vermenigvuldigen bezit; en verder dat de wijze, waarop deze eigenlijk tot stand komt, in den laatsten tijd niet onderzocht was geworden.

Zelf aan het werk getogen, kwam hij tot de volgende uitkomsten, welke de oude onderzoekingen van NAEGELI

ten deele bevestigen of uitbreiden, ten deele echter als nieuw en onverwacht beschouwd kunnen worden.

1°. *Caulerpa prolifera*, hoewel eencellig, maar desniettegenstaande zeer hoog gedifferentieerd, d. w. z. voorzien van onderdeelen, die, op hun vorm af, voor wortels, wortelstok en bladen gehouden zouden kunnen worden, heeft, evenals *Vaucheria*, het vermogen om wonden, aan haar teweeggebracht, in genezing te doen overgaan, en wel door aan de binnenzijde van het, bij de verwonding bloot gekomen, protoplasma een nieuwen wand van cellulose af te scheiden.

2°. De bladachtige onderdeelen der plant brengen, indien men ze verwond en doorgesneden heeft, even boven de wond of de snede, wortels, en niet zelden ook rhizomen voort, beide in alles gelijk aan de wortels en den wortelstok van het ongerepte gewas.

3°. De plaats, waar deze nieuwe deelen ontstaan, is onveranderlijk die, welke bij de natuurlijke plant naar het rhizoom gekeerd zou zijn, zoodat men bij een bladachtig onderdeel, waarvan zoowel de top als de voet werd weggenomen, de nieuwe deelen uitsluitend aan den laatsten te voorschijn ziet komen. Het omkeeren van dergelijke verminkte bladen brengt geene verandering in het verschijnsel te weeg.

Uit een en ander leidt de schrijver af: 1°. dat de zoogenoemde bladen van *Caulerpa*, niettegenstaande zij slechts onderdeelen zijn eener enkele groote cel, ten opzichte der reproductie van nieuwe deelen na verwondingen zich geheel zoo gedragen als de bladen van vele Phanerogamen, met hun veel meer samengestelden bouw; en 2°. dat de meening van von Sachs, reeds door Vöchting weêrlegd, alsof de plaats waar nieuwe wortels na verwondingen worden voortgebracht, door de werking der zwaartekracht bepaald zoude worden, onjuist is.

De vermenigvuldiging van *Caulerpa prolifera* laat zich

derhalve aldus verklaren, dat gave planten, door den golfslag of den beet van waterdieren in stukken verdeeld, hierin, zoo zij niet te klein zijn, de grondstof leveren voor eene reeks van nieuwe individuen, die op hunne beurt, op dezelfde wijze, tot de instandhouding der soort kunnen bijdragen.

Al geven nu de onderzoekingen van den Heer WAKKER ook geen nieuw licht ten opzichte van het proces der vorming van nieuwe deelen van *Caulerpa,* zij wijzen door opzettelijke proeven de plaatsen dezer vorming aan, en brengen het merkwaardig feit aan het licht, dat die plaatsen, bij het door hem onderzochte ééncellige — hoezeer dan ook hoog gedifferentieerde — organisme, topographisch niet van die bij de hoogst georganiseerde planten verschillen. Om deze reden meenen de ondergeteekenden tot de opneming van het opstel in de *Verslagen en Mededeelingen* te mogen adviseeren.

C. A. J. A. OUDEMANS.
N. W. P. RAUWENHOFF.

VERSLAG OMTRENT DE VERHANDELING

VAN Dr. J. NIEUWENHUYZEN KRUSEMAN

OVER DE

POTENTIAALFUNCTIE VAN HET ELECTRISCH VELD IN DE NABIJHEID VAN EENE GELADEN BOLVORMIGE KOM.

(Uitgebracht in de Vergadering van 27 Maart 1886).

In deze verhandeling stelt de Heer NIEUWENHUYZEN KRUSEMAN zich ten doel, het onderzoek van THOMSON omtrent de verdeeling der electriciteit op bolvormige kommen onder influentie,. aan te vullen met de berekening van de potentiaal Op de wenschelijkheid van deze uitbreiding was reeds door THOMSON aan het slot zijner verhandeling (*Reprint* pag. 190) gewezen.

In de eerste plaats berekent de schrijver de potentiaal van een geladen komvormigen geleider. Het gelukte hem, door de ontwikkeling der potentiaal naar bolfunctiën, eene uitdrukking te vinden, nog eenvoudiger dan die, welke voor de dichtheid op de kom door THOMSON werd aangegeven. Voor deze potentiaal, welke de Heer NIEUWENHUYZEN KRUSEMAN tot het uitgangspunt van zijn onderzoek neemt, levert hij, door de opmerking van hare meetkundige beteekenis in het licht der methode van inversie, een zeer eenvoudig bewijs. Hij gaat daartoe uit van de potentiaal eener geladen cirkelvormige plaat. Noemt men in een willekeurig punt den grootsten hoek, welken de randcirkel, van daar uit gezien, onderspant, de amplitudo van den randcirkel, dan is de potentiaal op dit punt evenredig aan de amplitudo. Ook de amplitudo van den randcirkel van een bol-

vormige kom levert dus eene potentiaalfunctie in het omgevend veld. Aan weerszijden der kom neemt zij waarden aan, die elkander tot 2π aanvullen. Door inversie ten opzichte van het middelpunt des bols waartoe de kom behoort, en met den straal des bols zelf als inversiestraal, krijgt men weder eene potentiaalfunctie van het veld om de kom; maar de waarden, welke zij aan de binnen- en buitenzijde der kom aanneemt, zijn nu juist verwisseld met die in 't vorige geval. De som dezer potentiaalfunctiën heeft aan 't oppervlak van de kom eene standvastige waarde en is dus de potentiaalfunctie van het electrische veld om den geladen komvormigen geleider.

Van de verkregen uitkomst maakt de Heer Nieuwenhuyzen Kruseman gebruik om de capaciteit der kom, welke reeds door Watson en Burbury langs den weg der integratie verkregen werd, te bepalen; om eene, ook bij deze schrijvers voorkomende, stelling omtrent de som der potentialen van twee complementaire kommen in meer algemeenen vorm te bewijzen, en om hunne uitkomsten omtrent den invloed van eene kleine opening in een geladen bol en van eene kleine bolvormige afwijking eener geladen plaat te verbeteren.

Verder wordt, met behulp van de reciprociteits-eigenschap van Green's functie, de geheele lading, die eene afgeleide kom onder de influentie van eene electrische lading in een willekeurig punt aanneemt, berekend. Het eerste gedeelte van het onderzoek wordt afgesloten met de afleiding van de bekende uitdrukking van Thomson voor de dichtheid op eene geladen kom uit de potentiaalfunctie.

In het tweede deel der verhandeling gaat de Heer Nieuwenhuyzen Kruseman over tot de potentiaal eener afgeleide kom, onder den invloed eener lading in een punt P. Hij leidt deze af uit de gevonden potentiaal van den geïsoleerden komvormigen geleider, met behulp van inversie ten opzichte van P en van de stelling dat twee functiën, die ten opzichte van een bol elkanders beelden zijn, dit ten opzichte van het beeld van dezen bol blijven bij eene nieuwe inversie. De inversie van de beschouwde kom ten opzichte van het punt P levert eene afgebeelde kom. Was deze geïso-

leerde geleider geladen, zoo zou de potentiaalfunctie, blijkens het eerste deel van het onderzoek, uit twee deelen bestaan, die elkanders beelden zijn ten opzichte van den bol, tot welken de kom behoort. Het eerste gedeelte zou evenredig aan de amplitudo wezen. Inverteert men nu terug ten opzichte van P, dan gaan de twee lijnen, die in het beeld van een willekeurig punt B de amplitudo insloten, over in twee cirkelbogen, gaande door P en B. Dr. Nieuwenhuyzen Kruseman noemt den hoek, ingesloten door de beide cirkels, gaande door P en B, en die met den randcirkel van de kom de grootste hoeken vormen, de circulaire amplitudo van den randcirkel ten opzichte van P en B. Het eerste deel der geïnverteerde potentiaalfunctie is dan evenredig aan de circulaire amplitudo, gedeeld door den afstand $P\,B$. Het tweede deel der geïnverteerde potentiaalfunctie is het beeld van het eerste deel, ten opzichte van den bol tot welken de kom behoort, en waarvan de schrijver het middelpunt O en de straal a noemt. Het wordt uit de circulaire amplitudo van den randcirkel ten opzichte van P en B' — het beeld van B ten opzichte van den bol tot welken de kom behoort — gedeeld door den afstand $P\,B'$ afgeleid door vermenigvuldiging met a en deeling door den afstand $O\,B$. In de som van beide potentiaalfuncties en die van eene lading in P, is de potentiaal van de afgeleide kom onder der invloed van de lading in P verkregen.

De circulaire amplitudo wordt vervolgens eenvoudig in de coördinaten van den randcirkel en de twee punten uitgedrukt. De Heer Nieuwenhuyzen Kruseman noemt daartoe den kleinsten hoek, dien de randcirkel uit een punt gezien onderspant, de kleine amplitudo, en de geometrische middenevenredige tusschen de kortste en langste lijn uit dit punt naar den cirkel getrokken, den hoofdvector voor dit punt. Voor de tangens van de circulaire amplitudo ten opzichte van P en B vindt hij het product van den afstand der twee punten P en B, den straal van den cirkel, de reciproken der hoofdvectoren en de secans van het verschil der halve amplituden ten opzichte van P en B.

De invoering van deze zuiver meetkundige uitkomst in

de reeds opgegeven potentiaalfunctie geeft aanleiding tot dubbele teekens. De keuze tusschen deze teekens wordt uitvoerig toegelicht en eindelijk geeft de toepassing op een bol van oneindigen straal de potentiaalfunctie in de nabijheid eener afgeleide cirkelvormige plaat, onder den invloed eener willekeurige lading. Hiermede is de door THOMSON gewenschte uitkomst verkregen.

Ten slotte deelt de schrijver de ontwikkeling in bolfunctiën mede van de potentiaal in de nabijheid eener geladen kom, welke hem tot het uitgangspunt zijner verhandeling had gebracht Hij bewijst, dat zij aan de voorwaarde voor de potentiaalfunctie in dit electrisch veld voldoet en berekent daaruit de dichtheid op de kom, zonder gebruik te maken van electrische beelden.

Gaarne beveelt uwe Commissie deze uitbreiding van het onderzoek van THOMSON ter opneming in de *Verslagen en Mededeelingen* aan.

Amsterdam,
27 Maart 1886.

H. KAMERLINGH ONNES.
C. H. C. GRINWIS.

DIE NEUBILDUNGEN AN ABGESCHNITTENEN BLÄTTERN

VON

CAULERPA PROLIFERA.

VON

Dr. J. H. WAKKER.



Das Geschlecht Caulerpa hat seit es bekannt ist immer eine gewisse leichterklärliche Anziehungskraft ausgeübt und es war fast immer die noch am leichtesten zugängliche Art, C. prolifera, die gewöhnlich untersucht wurde.

Während meines kurzen Aufenthaltes in der zoologischen Station in Neapel im Herbste des vergangenen Jahres, könnte auch ich mich dieser Anziehungskraft nicht entziehen und es sei mir erlaubt hier meine Befunde mitzutheilen.

Wie bekannt stellt unsere Pflanze eine einzige Zelle dar, die öfters ganz beträchtliche Dimensionen erreichen kann. Merkwürdigerweise ist diese Zelle in drei streng getrennten Theilen gegliedert: ein axenähnlicher Theil, welcher cylindrisch und nach Art der Rhizome horizontal gestellt ist und auch in dieser Richtung fortwächst; blattartige Theile, welche aus der Oberseite des Rhizoms entspringen, und wurzelähnliche Gebilde, welche sich nur an dessen Unterseite finden. In allen diesen äusserlich so streng differenzirten Theilen findet man ununterbrochen von Scheidewänden das Protoplasma, welches in den beleuchteten Abschnitten der Pflanze die Chlorophyllkörper enthält und überall Stärkekörner führt, welche von den zahlreichen Plasmaströmungen mitgeschleppt werden. Das Protoplasma ist überall durch-

setzt von den bekannten Zellstoffbalken, von welchen man gewöhnlich annimmt, dass sie der Zellwand als »Stützen" dienen.

Mit diesen vielbesprochenen Gebilden werden wir uns in den folgenden Zeilen nicht beschäftigen, sondern gleich anfangen mit einem Process, welches jedermann leicht constatiren kann, und welches bisher noch nicht bekannt war.

Der Deutlichkeit sowie der Einfachkeit halber sei hier hervorgehoben, dass ich die drei vorher genannten Theile der Zelle immer im biologischen Sinne als Rhizom, Blatt und Wurzeln bezeichnen werde, ohne damit wie sich 's von selbst versteht, anatomische Ubereinstimmung andeuten zu wollen.

Bei den vielleicht nahverwandten, jedenfalls auch aus einer einzigen Zelle bestehenden Vaucheria-arten, bei den Saprolegniaceen und Mucorinen, wird bekanntlich eine Wunde schon in kurzer Zeit geheilt, weil das Protoplasma an der entblössten Stelle eine neue Cellulosewand ausscheidet: es schien mir jedenfalls lohnend zu untersuchen wie sich die vorstehende Caulerpa-art verhalten würde. Lebt die Pflanze doch in Gesellschaft zahlreicher unzweifelhaft pflanzenfressender Thiere, und die Eigenschaft nicht gleich bei jeder Verwundung zu Grunde gehen zu müssen, könnte der Art also nur nützlich sein. Faktisch verhält es sich auch so: man findet zahllose Pflanzen, die deutlich Narben zeigen und die doch ruhig weiter leben. Es müsste hier also eine Art Wundverschluss stattfinden. Das Experiment zeigt dies am deutlichsten.

Schneidet man unter Meerwasser ein Blatt, Rhizomstück oder Wurzel einer Pflanze ab, so tritt das grünlich-weisse Protoplasma als zähe, schleimige, undurchsichtige Masse heraus. Dieses dauert aber nicht lange, und wenn das Ausfliessen aufgehört hat, sammelt sich das ausgetretene Plasma als ein hellgelber Pfropf vor der Wunde an und ein vorläufiger Verschluss ist fertig. Untersucht man diese Stelle zum Beispiel 24 Stunden später, so findet man, dass die Innenseite des Pfropfes von einer neuen Cellulosemembran ausgekleidet ist, welche also den provisorischen Ver-

schluss in einen bleibenden umgeändert hat *). Das ist aber nicht alles. Es stellte sich heraus dass abgeschnittene Blätter oder Stücke von Blättern von Caulerpa prolifera neue Pflanzen bilden können und sich also ganz verhalten wie die wirklichen Blätter vieler Phanerogamen, z. B.: von Begonia spp., zahlreichen Crassulaceen, Zwiebelpflanzen etc.

Folgende Versuche werden näheres geben:

1ster *Versuch.* Am 22 September 1885 durchschnitt ich unter Meerwasser eine Anzahl Blattstiele und Blattspreiten von frischen Caulerpa-pflanzen. Das Protoplasma trat zu beiden Wundflächen in der gewöhnlichen Weise heraus und bildete den vorläufigen Wundverschluss. Ich verschaffte mich also eine Anzahl isolirter Blattstücke von welchen einige mit, andere ohne Blattstiel waren; Fig. 1 (*a*—*c*) und (*a*—*b*). Alle wurden in ein Aquarium gebracht, welches Meerwasser enthielt, das fortwährend mittelst eines Hebers erneuert wurde. Sechs Tage später, also am 28 September, hatten fast alle Blätter ganz in der Nähe der Wundfläche Adventivwurzeln gebildet, welche bisweilen sehr zahlreich neben einander standen und reich verzweigt waren oder sich bald zu verzweigen anfingen. Kurz nachher bildeten sich an vielen Blattstücken, ebenso in der Nähe der

*) Während meines Aufenthaltes in Neapel untersuchte ich in dieser Hinsicht auch noch einige andere sogenannte Siphoneen und fand dass mutatis mutandis das Obengesagte auch gültig ist für Bryopsis muscosa, Derbesia Lamourouxii und Udotea Desfontainei, während die grossen Zellen von Valonia macrophysa, jedenfalls in meinen Culturgefässen, auch eine geringe Verwundung nie überstanden. Zwar war am nächsten Tage auch bei dieser Pflanze die Wunde vom Plasma verschlossen, aber es hatte sich keine neue Zellhaut gebildet. Die Zellen waren im Gegentheil schlaff und das Chlorophyll verfärbt. Unverwundete Zellen dagegen blieben wochenlang im Aquarium lebend.

Die Arten des gewöhnlich auch zu den einzelligen Algen gezählten Geschlechts Codium wurden auch untersucht. Es zeigte sich dass die kurzen, nach der Peripherie ausstehenden Zweige immer ganz oder theilweise von einem Cellulose-pfropf von dem centralen, hyphenähnlichen Abschnitt des Thallus getrennt sind, und eine Verwundung dieser peripherischen Theile hat auch nur deren Absterben zufolge. Der übrige, nicht getroffene Theil des Thallus vegetirt nachher ruhig weiter.

Wundstelle, junge Rhizome aus, die langsam weiter wuch-sen und im Sandboden eines anderen Aquariums vergrabe schon am 21sten October junge Blätter von ziemlich Grösse zeigten (Fig. 4).

Die adventiven Rhizome entstehen nicht immer so gena am Wundrande wie die Wurzeln: sie können sich, wie ic beobachtete, selbst in einer Entfernung von 1 c. M. au bilden aber doch sind sie immer der Wunde beträchtlic näher als der Spitze des Blattes.

Um zu sehen ob es der Einfluss der Wundfläche selb ist, welche die Bildung der Wurzeln bedingt, wurde ei zweiter Versuch angestellt.

2ter *Versuch.* Am 1en October schnitt ich zwei un zwanzig Blätter von Caulerpa-pflanzen in der Weise ab dass ein Theil des Blattstiels am abgeschnittenen Blatt verblieb, während aber die Spitze der Lamina fortgeschnit-ten wurde. Die verschiedenartigsten, auch proliferirende Blätter wurden gewählt: die drei Haupttypen werden vo Fig. 1 (*b*—*d*), Fig. 2 (*b*—*d*) oder (*c*—*d*) und Fig. (*b*—*c*—*d*) dargestellt. Die Blätter blieben während de ganzen Dauer des Versuchs frei in einem gewöhnliche Aquarium. Am 21 October hatten zwanzig von den zwei und zwanzig Blättern Wurzeln gebildet und zwar nur in der Nähe derjenigen Wundstelle, welche an der intacten Pflanze dem Rhizom zugekehrt war: d. h. also am mor-phologischen Unterende. Am morphologischen Oberende war nichts gebildet. Auch an den Blattstücken wovon Fig. 3 (*b*—*c*—*d*) den Typus veranschaulicht waren nur Wurzeln neben der unteren Wundstelle *d* ausgebildet und es fanden sich niemals welche bei *b* oder *c*.

Rhizombildung trat in diesem Versuch nur bei einigen wenigen Blattstücken ein.

Bestand in Versuch II immer neben dem Gegensatz zwischen Ober- und Unterende auch der zwischen Blattla-mina und Blattstiel, im folgenden Versuch wurde der letzere beseitigt.

3ter *Versuch.* Dieser wurde auch am 1sten October an-gefangen. Elf Blattstücke wurden ausgeschnitten wie Fig.

1 ($b-c$) darstellt, so dass obere und untere Wundfläche beide Grenzen der Blattlamina waren, und diese Stücke in weiten, mit Meerwasser gefüllten Reagirgläsern so aufgestellt dass das morphologische Oberende immer nach oben, das entgegengesetzte immer nach unten schaute. Jedes Reagirglas stand unter einem Heber, welcher das Meerwasser fortwährend erneuerte. Die Versuchsobjecte konnten sich im Glas nicht umwenden und man konnte sie also ruhig sich selbst überlassen und doch Gewissheit haben, dass Ober- und Unterende leicht wiederzufinden und nicht zu verwechselen wären. Am 21sten October zeigten drei Blattstücke nur Wurzeln, zwei andere nur junge Rhizome, und zwar jedes Stück zwei, aber gar keine Wurzeln und ein Stück Wurzeln und zwei Rhizome (Fig. 5). Alles dieses war nur an oder ganz in der Nähe der Unterseite gebildet, die wie beschrieben ist, auch im Versuch nach unten gerichtet war. Die fünf übrigen Blattstücke hatten nichts gebildet, vermuthlich weil sie in den Reagirgläsern nicht wie sonst in einem geräumigen Aquarium leben konnten.

Dieser Versuch zeigt aber jedenfalls, ganz so wie Versuch II, dass:

1⁰. Adventive Wurzeln an abgeschnittenen Blättern oder Blattstücken unter normalen Verhältnissen immer ganz in der Nähe des Wundrandes, und zwar wenn mehrere Wundstellen da sind, nur oberhalb derjenigen, welche an der intacten Pflanze am wenigsten vom Rhizom entfernt war, und

2⁰. dass ebenso Rhizome nur in der Nähe, sei es öfters auch nicht so nah wie die Wurzeln, der nämlichen Stellen sich bilden.

Die Uebereinstimmung im Grossen und Ganzen mit der Bildung der adventiven Organe an den Blättern höherer Pflanzen, speciell der Begonia-arten, der Crassulaceen und der Zwiebelpflanzen, ist hierdurch im unzweideutigster Weise festgestellt und alles, was ich früher über diese Pflanzen gesagt habe *) ist auch hier gültig.

---

*) Onderzoekingen over adventieve knoppen. Diss. Haarlem 1885; hier auch die ältere Literatur.

Damals suchte ich für diese Pflanzen wahrscheinlich zu machen dass der einzige Grund wesshalb die Knospen und Wurzeln nur *am unteren Ende* abgeschnittener Blätter entstanden hauptsächlich darin besteht, dass nur dann die im Blatte gebildeten Nährstoffe den adventiven Organen zufliessen können und stellte zugleich als meine Meinung auf, dass sie darum nur an *abgeschnittenen* Blättern entstanden, weil sie auf einen Reiz reagirten, welche beim Tödten der benachbarten Zellen entsteht. Die grosse Analogie macht es mir jetzt höchst wahrscheinlich 1^{0}. dass auch bei Caulerpa die Bahn der fertigen Nährstoffe im Blatte ebenso schwierig umgekehrt werden kann, wie dies in den Blättern der Phanerogamen der Fall ist, und dass auch Knospen und Wurzeln nur desswegen am morphologischen Unterende entstehen und 2^{0}. dass auch bei Caulerpa prolifera die Wurzeln nur am Wundrande entstehen, weil hier der Reiz beim abschneiden des Blattes ausgeübt jedenfalls vom Protoplasma am stärksten gefühlt wird.

Die Rhizome (analog den Knospen der Phanerogamen) machen, weil sie nicht genau am Rande der Wundstelle entstehen, scheinbar eine Ausnahme. Ich sage scheinbar, weil man nur anzunehmen braucht, dass nicht jede Stelle der Zellwand des Blattes zum Rhizom auswachsen kann, mit anderen Worten, dass es auf den Blättern bevorzugte Stellen zur Rhizombildung giebt, ungefähr wie sich bevorzugte Stellen zur Knospenbildung auf den Blättern der Begonia Rex finden, und dass jedesmal diejenige dieser Stellen, welche dem Wundrande am nächsten ist, zu einem Rhizom auswächst. Diese Hypothese wird meins erachtens kräftig unterstützt durch die Erfahrung dass es zahlreiche, namentlich kleine Blattstücke giebt (siehe z. B. Versuch III), welche in den Culturen niemals ein Rhizom bilden.

Auch eine andere Thatsache, welche die Analogie zwischen Caulerpa und den adventivknospenbildenden. Phanerogamen noch grösser macht, muss hier erwähnt werden.

Normal im Meere wachsende Pflanzen unserer Caulerpaart bringen nämlich gewöhnlich an den Blättern keine Wurzeln oder Rhizome znr Ausbildung, aber bisweilen findet

man Ausnahmen von dieser Regel und diese Fälle könnten, obwohl sie sehr selten sind, wider meine Ansicht zu sprechen scheinen. Thatsächlich ist dies aber nicht der Fall: findet man doch bisweilen auch Exemplare von Phanerogamen, z. B. von Begonia Rex, mit gänzlich ausgebildeten Pflanzen auf den unverwundeten Blättern, wie jedem Begoniënzüchter bekannt sein wird. Dergleiche Erscheinungen können erstens ihren Grund haben in Verwundungen, die früher stattgefunden haben und nachher wieder geheilt worden sind, oder sind vielleicht dem umfangreichen Gebiete der Variation zuzuzählen, wie es bei den Phanerogamen wohl meistentheils der Fall sein wird, und womit wir uns hier nicht weiter zu beschäftigen haben.

Ebensowenig wie für die Blätter der Phanerogamen und Farnen gilt für die analogen Organe von Caulerpa Vöchting's Spitze-und-Basis Kraft *): entstehen doch auch hier Wurzeln und Knospen beide an der Basis des betreffenden Pflanzentheiles. Wir haben hier vorliegend einen Fall der reinsten Reproduction während doch Vöchting's Vorstellung nur für Regeneration verloren gegangener Organe gültig ist, wie ich auch schon früher discutirt habe †).

Ein exquisites Beispiel liefert uns aber Caulerpa um die Unrichtigkeit der Meinung von Sachs §) deutlich zu zeigen. Bekanntlich meint dieser Forscher, dass die Knospen sich unter dem Einfluss der Schwerkraft nur an der »Spitze" bilden und die Wurzeln nur an der »Basis". Das diese Theorie nicht zutreffen kann wurde zuerst von Vöchting **) an Trauerbäumen gezeigt und später von mir für Blätter nachgewiesen. Dass dasselbe was damals von Hyacinthenblättern u. s. w. gesagt wurde, wörtlich für Caulerpa zutrifft geht aus den vorliegenden Versuchen klar hervor: beide Arten von Neubildungen zeigen sich an dem an der intacten

---

* Organbildung im Pflanzenreich.

†) l. c.

§) Stoff und Form der Pflanzenorgane. *Arb. d. Bot. Inst. in Würzburg.* Bd. II, p. 452 und p. 689.

**) *Bot. Zeit.* 1880, p. 593.

Pflanze, sowie auch in den Versuchen, nach der Erde gekehrten Ende.

Von den Rhizomen wird selbstverständlich jedermann zugeben, dass sie in dem vorliegenden Falle nicht unter dem Einfluss der Schwerkraft stehen, weil sie sich doch an der Basis ausbilden; von den Wurzeln könnte es allerdings noch der Fall sein. Um Gewissheit zu erlangen war folgender Befund schon von einiger Wichtigkeit:

An einem Blatte meiner zahlreichen Versuchspflanzen, welches sich im Sandboden eines Aquariums schon seit langer Zeit bewurzelt hatte, war zufälligerweise ein anderes abgeschnittenes Blatt so festgeklebt, dass es vertical, mit dem Blattstiel nach oben, gestellt war. Das Blatt verharrte während einiger Zeit in dieser Stellung und bald wurde constatirt, dass eine ausgiebige Wurzelproduction in der Nähe der Wundstelle stattgefunden hatte. Macht dieser Zufall es schon überaus wahrscheinlich, dass die Wurzelbildung ebensowenig unter dem directen Einfluss der Schwerkraft steht wie die Rhizombildung, so schien es mir dennoch nothwendig einen Versuch anzustellen, durch welchen die Wahrscheinlichkeit zur Gewissheit werden sollte. Ich lasse ihn jetzt folgen:

4[ter] *Versuch.* Am 13[den] October schnitt ich neun Blätter frischer, kräftiger Caulerpa-pflanzen ab und beraubte sie sowohl der Blattstiele als ihrer Spitzen. Die Blattstücke hatten also die nämliche Gestalt, wie diejenigen, welche in Versuch III benutzt wurden und werden dementsprechend von Fig. 1 (*b*—*c*) dargestellt. Sie wurden auch in Reagensgläsern gebracht aber jetzt so gestellt, dass ihre an der intacten Pflanze nach unten gerichtete Seite immer nach oben sah. Das Wasser wurde wie gewöhnlich mittelst eines Hebers fortwährend erneuert.

Es ist deutlich dass wenn die Wurzelbildung unter dem directen Einfluss der Schwerkraft stände, jetzt keine Wurzeln an der nach oben gerichtete Seite sich entwickeln würden. Dieses war aber doch der Fall. Am 29[sten] October zeigten vier Blattstücke an dem im Versuch nach oben gerichteten Unterende eine reichliche Wurzelproduction,

während die anderen fünf Blattstücke nichts gebildet hatten. Alle Stücke wurden noch lange Zeit aufbewahrt, aber es bildete sich gar nichts weiteres, und also ist genügend gezeigt worden, dass Wurzeln sich gleich gut an der Unterseite ausbilden, wenn diese nach oben, wie wenn diese nach unten gerichtet ist. Dass einige Blattstücke ganz wie in Versuch III keine Neubildungen zeigten, muss vermuthlich auch hier den immer ein weinig engen Reagirgläsern zugeschrieben werden.

Ueberaus merkwürdig schien es mir dass an den gesteckten Blättern niemals Blattbildung eintrat, welche doch an der intacten Pflanze so oft eintritt, dass die Art danach benannt worden ist. Weil wir oben einige Umstände dargelegt haben, welche die Bildung von Wurzeln und Rhizomen bedingen, so scheint es mir der Vollständigkeit halber geboten, hier auch auf die Blattbildung etwas näher einzugehen. Es sei erst die Prolification an der normal wachsenden Pflanze beschrieben.

Wenn man zahlreiche Exemplare von Caulerpa prolifera untersucht, findet man zwar sehr viele, die nur einfache Blätter haben, aber gewöhnlich haben doch mehrere Blätter, welche aus dem Rhizom hervorgehen, wieder aus der Blattfläche andere Blätter gebildet oder, wie wir es weiterhin öfters nennen werden, haben proliferirt; dieser Zustand wird in einfachster Form illustrirt durch Fig. 2 und 3. Nicht zu selten aber findet man Fälle, wo diese Prolification sich öfters, zum Beispiel bis zu elf Malen (Fig. 7), wiederholt hat und natürlich zahlreiche Zwischenformen zwischen diesen beiden Extremen. Betrachtet man dergleiche Blätter genauer so zeigt sich gewöhnlich die Spitze in eigenthümlicher Weise ausgerandet, wodurch kleinere Blättchen herzförmig werden. Es ist mir nun wahrscheinlich, dass dergleiche Blätter in ihrem Wachsthum sistirt worden sind und dass die Prolification eine Folge dieses Verhältnisses ist. Natürlich möchte ich nicht behaupten, dass diese Regel keine Ausnahmen hat. Erstens doch findet man öfters Fälle, wo die Prolification stattgefunden hat ohne dass ein Grund vorliegt anzunehmen dass das Wachsthum des pri-

mären Blattes aufgehört hat (z. B. Fig. 3) und zweitens kommen auch kleine herzförmige Blätter vor, die zweifellos ziemlich alt sind und doch nicht proliferirt haben. Es versteht sich dass auch Versuche angestellt wurden um diese Frage endgültig zu lösen aber man stösst dabei auf unüberwindlichen Schwierigkeiten. Zwar kann man ganze Pflanzen sowie Stecklinge sich im Sandboden eines Aquariums auf's neue bewurzeln lassen, allein das Wachsthum wird niemals normal. Dieses hat grösstentheils seinen Grund wohl darin, dass man in der Wahl der Aquariën immer ein wenig beschränkt ist. Weil Caulerpa prolifera in einige Fuss Tiefe im sandig-schlammigen Boden in der Nähe der Küste wächst, so wird jederman leicht verstehen, dass es geradezu unmöglich ist die geeigneten Verhältnisse der Beleuchtung und der Wasserbewegung herzustellen, und wie empfindlich die Meeresalgen im allgemeinen dagegen sind ist eben für die des Golfes von Neapel in klarster Weise von Berthold *) gezeigt. Die Aquarien, die ich benutzen konnte, hatten eine Tiefe von nicht mehr als 19 c.M. und davon wurde 4.5 c.M. von einer Sandschicht eingenommen, so dass nur 14.5 c.M. für das Wasser übrig blieb. Diese Verhältnisse werden genügend erklären warum meine Versuchsobjecte leichter Wurzeln und Rhizome bildeten als Blätter und warum diese, wenn sie überhaupt gebildet würden, immer klein blieben und zu Versuchen in der oben angedeuteten Richtung meistentheils untauglich waren. Demungeachtet habe ich doch von einigen jungen, wachsenden Blättern die Spitze weggeschnitten um zu sehen ob hierdurch Prolification hervor gerufen werden könnte, aber nur bei einem Blatte fand diese statt, ohne dass ich natürlich Gewissheit hatte dass es ohne die vorhergehende Verwundung nicht stattgefunden haben würde. Dieser Punkt kann also noch nicht als sicher festgestellt betrachtet werden.

Es fragt sich jetzt nur noch: hat die oben beschriebene Bildung adventiver Wurzeln und Rhizome an abgeschnitte-

*) Die Vertheilung der Algen im Golf van Neapel. *Mitth. der Zoöl. Stat. zu Neapel.* Bd. III, 1882.

nen Blättern jetzt noch eine Bedeutung für die Pflanze und können wir uns diese, wenn sie überhaupt da ist, vielleicht klar machen?

Ein Versuch dieses zu thun lasse ich jetzt folgen.

Bekanntlich ist die Fortpflanzung der Caulerpa-arten noch niemals gründlich beschrieben und durch Tafeln erläutert. Wir haben nur die kurzen, unklaren und unvollständigen Angaben von MONTAGNE *) und DERBÈS und SOLIER †) über Caulerpa prolifera. Der erstgenannte Beobachter beschreibt kurz die Bildung angeblicher Schwärmsporen in vergilbten Blättern und die letztgenannten Forscher erwähnen, ebenso nur kurz gewisse Gebilde, die vielleicht Schwärmsporen sein könnten; sie sahen sie aber ebensowenig austreten als sich bewegen. In einer späteren Mittheilung beschreibt MONTAGNE §) noch angeblichen Schwärmsporen bei Caulerpa Webbiana der Canarischen Inseln. Wenn man aber bedenkt, dass er von dieser Pflanze nur getrocknetes Material untersuchte und seine Abhandlung aufmerksam liest, so kommt es sehr wahrscheinlich vor dass er nur Chlorophyllkörner oder vielleicht Anhäufungen davon gesehen und diese mit Schwärmsporen verwechselt hat. FALKENBERG **) sagt dann auch, und meins erachtens ganz richtig, dass man von der Fortpflanzung der Caulerpa prolifera nichts weiss und meint weiter ††) dass die Pflanze sich, nachdem sie in Februar abgestorben ist, in Juni wieder aus perennirenden Rhizomstücken entwickelt. Diese Angabe habe ich nicht bestätigen können, weil ich nicht in der richtigen Jahreszeit in Neapel war, aber jedenfalls wird es klar sein, dass diese Eigenschaft allein unmöglich hinreichen kann un eine Art fort-

*) De l'organisation et du mode de reproduction des Caulerpées. *Comptes rendus*, 1837, p. 427.

†) Organes reproducteurs des Algues, *Ann. de Sc. nat. Bot. Ser.* III, T. XIV, p. 264.

§) *Ann. de Sc. nat. Bot. Ser.* II, T. IX, 1838.

**) Die Algen im weitesten Sinne.

††) Meeres-Algen des Golfes von Neapel. *Mitth. a. d. Zoöl. Stat. in Neapel.* Bd. I, 1879.

bestehen zu lassen. Es muss neben den Einrichtungen zur Fortbestehung des Individuums — und als eine solche hat man doch das sich Entwickeln aus perennirenden Rhizomstücken aufzufassen — auch Propagations- und Translocationsmittel geben um die Art zu erhalten, und als solche wären losgerissene Blätter, versehen mit der von uns beschriebenen Eigenschaft, jedenfalls sehr geeignet. Man hat um so mehr Grund in den Blättern ein Fortpflanzungsorgan zu sehen, weil, selbst wenn die Angaben MONTAGNE's richtig wären, seine Schwärmsporenbildung so überaus selten eintritt — es hat ganz gewiss noch niemand sie wiedergesehen — dass sie absolut unzulänglich wäre um das massenhafte Auftreten der Pflanze zu erklären. Ja es scheint mir man könne im allgemeinen sagen, dass wenn Caulerpa prolifera überhaupt Geschlechtsorgane oder Schwärmsporen hat *), was mit

---

*) Lange Zeit meinte ich dass ich noch eine andere Fortpflanzungsmethode der Caulerpa auf die Spur war uud auch jetzt kann ich noch nicht behaupten dass dieses nicht der Fall ist. Es ist mir nämlich nicht gelungen die wahre Natur der fraglichen Gebilde zu entdecken und sie seien darum hier nur kurz erwähnt.

Ziemlich selten findet man auf den Blättern unserer Caulerpa Anschwellungen sehr verschiedener Gestalt und Grösse. Die etwa zehn Exemplare welche ich zwischen den Tausenden von mir untersuchten Pflanzen fand, waren gewöhnlich mehr oder weniger oval, höchstens 14 m.M. lang und dann etwa 9 m.M. breit. Bald waren sie mehr rundlich, bald auch viel schmäler. Sie haben öfters zwei dunkelgrüne Stellen, zu beiden Seiten der Blattfläche eine, und diese werden von concentrischen, aber sehr unregelmässig gestalteten, abwechselend grünen und gelben Kreisen umgeben. Sie sind hierdurch einem riesigen Stärkekorn nicht unähnlich. Macht man Querschnitte dieser Anschwellungen, was erst nach Härtung in absolutem Alkohol möglich ist, und untersucht sie mikroskopisch, so zeigen sie sich als Blasen, die strotzen von Protoplasma, welches denn auch bei einer Verwundung während des Lebens gleich in der gewöhnlichen Weise ausfliesst. Es ist ziemlich homogen, aber zeigt hier und da grössere und kleinere Ballen, welche aus Chlorophyllkörnern zusammengesetzt zu sein scheinen. Die Zellwand der Blattlamina setzt sich ununterbrochen über die Anschwellung fort, aber die bekannten Zellstoffbalken behalten ihre gewöhnliche Länge und reichen also mit freien Enden nur eine kleine Strecke in der Anschwellung hinein.

Die Stelle, welche diese eigenthümliche Gebilden auf dem Blatt einnehmen ist sehr ungleich: ich fand sie bald ganz an der Spitze der Blätter oder in deren Nähe, bald auch ganz an der Basis.

jedem Tag unwahrscheinlicher wird, weil die Angaben MONTAGNE's doch wohl nicht glaubenswürdig sind, diese, weil noch niemand sie gesehen hat, jedenfalls so selten sein müssen, dass ein anderes Propagationsmittel daneben bestehen muss um die Erhaltung der Art zu sichern.

Dieses ist nun wirklich der Fall, denn die adventiven Bildungen treten nicht nur in den Culturen in Aquarien auf, sondern man kann sie auch sehr leicht im Golf selbst finden. Zwischen den Hunderten von Caulerpa-pflanzen, die jeden Tag geholt und genau von mir durchgesucht wurden, fand ich zwar öfters vergilbte Blätter doch nie war darin eine Schwärmsporenbildung zu sehen, aber immer zeigten sich isolirte Blätter oder Stücke von Blättern, die sich überall zwischen den gewöhnlichen Pflanzen vorfanden. Sie zeigten zumal im Monat November alle Stadien der Entwickelung der adventiven Bildungen: bei einigen war noch gar nichts zu sehen, aber die meisten hatten schon Wurzeln gebildet und eine sehr grosse Anzahl auch mehr oder weniger lange Rhizome. Fig. 6 stellt einen besonders schönen Fall in natürlicher Grösse dar. Dieses spontan oder vielleicht durch äussere Einflüsse, losgerissene Blatt wurde von mir nebst zahlreichen andern zwischen eine grosse Menge erwachsener Caulerpa-exemplare gefunden. Es hatte viele

---

Hat man Pflanzen mit Blättern, welche Auschwellungen zeigen, gefunden und lä‹st man sie sich in einem Aquarium von neuem bewurzeln, dann sieht man immer dass das Blatt, welches eine trägt, langsam bis zu einem gewissen Punkte des Blattstiels abstirbt und dass dieser letzere sich durch eine neue Zellwand vom todten Theil abschliesst. Einmal sah ich selbst dass die Trennung dem Absterben des Blattes voranging und wie dieses in der gewohnten Weise adventive Wurzeln und ein Rhizom bildete!

Die Anschwellung wird aber gewöhnlich gänzlich isolirt und kann Monate lang im fortwährend erneuerten Meerwasser lebendig bleiben, ohne irgend welche Veränderung zu zeigen. Dieses war thatsächlich der Fall mit den von mir untersuchten Exemplaren und als ich von Neapel abreisen musste, hatte noch keine einzige etwas weiteres gezeigt. Diese wenige Worc seien also auch mehr eine Anregung zu Forschungen anderer, die vielleicht glücklicher sein werden, als dass sie viel Licht auf diese räthselhafte Gebilde zu werfen gedenken.

adventive Wurzeln (*w*) gebildet und daneben drei kräftige, adventive Rhizome (*r*), von welchen zwei schon je ein Blatt (*b'*) trugen.

Es ist deutlich das in der Weise ausgestattete Blätter sehr leicht von Meeresströmungen oder anderen Ursachen verschleppt werden und an einer entfernten Stelle wieder neue Caulerpa-colonien bilden können.

Wenn es mir durch oben beschriebene Versuche auch nicht gelungen ist die Frage nach der Fortpflanzung der Caulerpa prolifera endgültig zu lösen — es bleibt ja immer die Möglichkeit einer Schwärmsporenbildung oder einer geschlechtlichen Fortpflanzung da — so hoffe ich doch einiges gebracht zu haben, wodurch das Fortbestehen und die Verbreitung der Art jedenfalls erklärt werden kann.

Amsterdam. Januar 1886.

ERKLÄRUNG DER TAFEL.

In allen Figuren ist:
B = primäres Blatt.
b' = Blatt des adventiven Rhizoms.
R = primäres Rhizom.
r = adventives Rhizom.
w = adventive Wurzeln.

Die punktirten Linien deuten die Blattränder, welche man bei der vorliegenden Stellung der Figuren nicht sehen kann, an.

Fig. 1, 2 und 3. Etwas schematisirte Blätter von Caulerpa prolifera. Die Buchstaben *b*, *c* und *d* zeigen die Stellen an, wo die Blätter in den betreffenden Versuchen abgeschnitten wurden. *a* = Spitze der Blätter.

Fig. 4 und 5. Blattstücke aus den Culturen mit adventiven Wurzeln und Rhizomen. Natürliche Grösse.

Fig. 6. Spontan aufgefundenes Blatt mit vielen adventiven Wurzeln und drei Rhizomen. Natürliche Grösse.

Fig. 7. Beispiel sehr starker Prolification; natürliche Grösse.

WAKKER. *Caulerpa prolifera*.

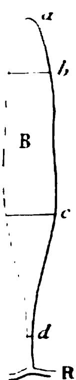


Fig 1.

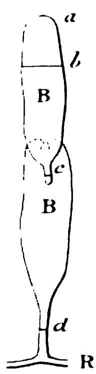


Fig: 2.

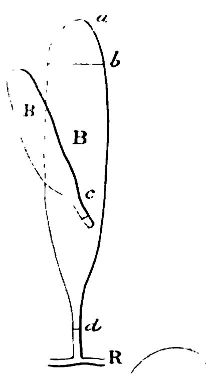


Fig: 3.

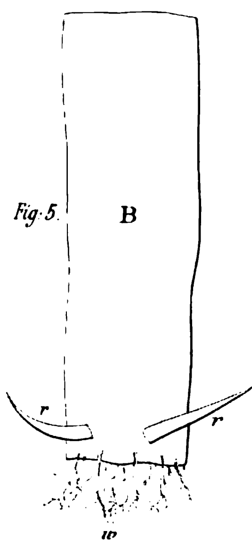


Fig. 5.

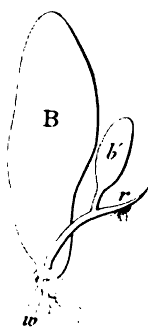


Fig: 4

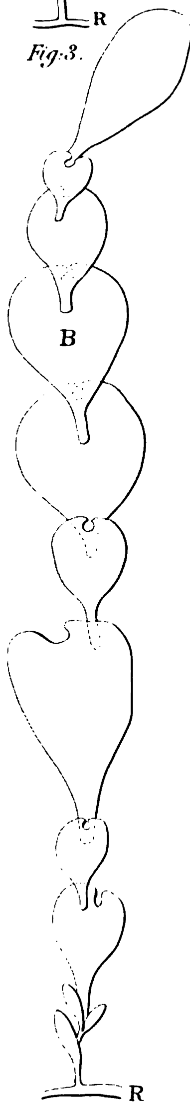


Fig: 7.

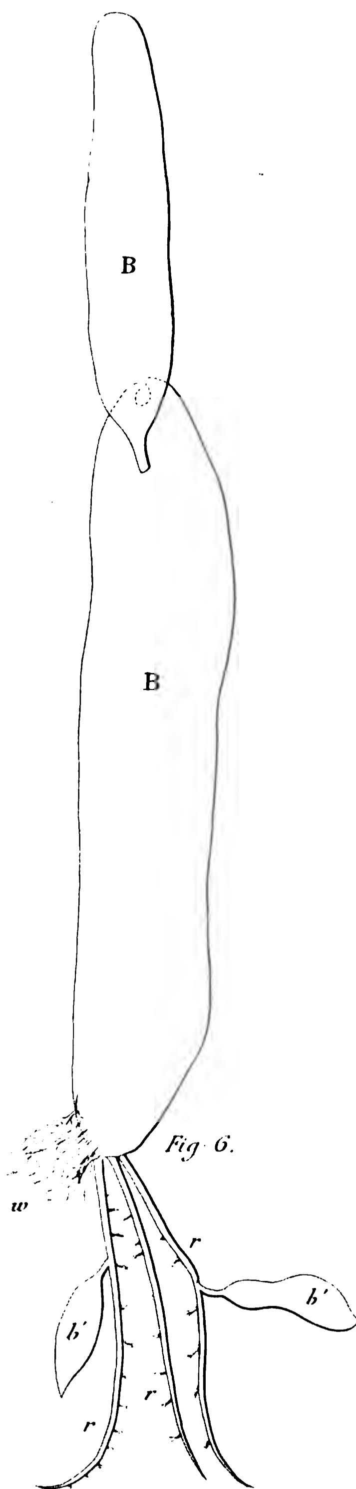


Fig. 6.

J. H. WAKKER ad nat. del.

OVER DE POTENTIAALFUNCTIE

VAN HET

ELEKTRISCHE VELD IN DE NABIJHEID VAN EEN GELADEN BOLVORMIGE KOM.

DOOR

Dr. J. NIEUWENHUYZEN KRUSEMAN.

Bekend is de verhandeling van Sir W. THOMSON: »Determination of the distribution of electricity on a circular segment of plane or spherical conducting surface, under any given influence." In de laatste zinsnede van dat opstel drukt THOMSON den wensch uit, dat zijn onderzoek door anderen moge worden opgevat, om, zoo mogelijk, te komen tot de kennis van de *potentiaal* in die gevallen, voor welke hij de elektrische *dichtheid* op den geleider aangaf.

Het is mij niet bekend, dat iemand in de hier aangewezen richting voortgewerkt heeft; daarom meende ik, dat een poging om THOMSON's schoone theorie aan te vullen eenige waarde kon hebben.

Het resultaat van mijn onderzoek is in de volgende bladzijden neêrgelegd.

Natuurlijk moest mijn streven in de eerste plaats hierop gericht zijn: een uitdrukking te vinden voor de potentiaalfunctie in ieder punt der ruimte, wanneer zich in die ruimte bevindt een tot gegeven potentiaal geladen bolvormige kom; THOMSON's »spherical bowl."

Dat onderzoek leidde tot tamelijk omslachtige berekeningen, wat wel niemand verwonderen zal.

Toen eindelijk de verlangde uitdrukking gevonden was, bleek, dat wat langs een grooten omweg bereikt was, eigenlijk vlak voor de hand had gelegen. Inderdaad zal men zien, dat de uitdrukking voor de potentiaal eenvoudiger is dan die voor de dichtheid, en dat zij veel gemakkelijker te bewijzen is. THOMSON's formule voor de dichtheid kan er natuurlijk onmiddellijk uit afgeleid worden. Het spreekt van zelf, dat ik den lezer den omweg sparen en het korte pad volgen zal.

§ 1. Als uitgangspunt nemen wij de potentiaalfunctie in de nabijheid van een geladen, cirkelvormige, zeer dunne plaat.

De vlakken van standvastig potentiaal zijn sphaeroïden, en de potentiaalwaarde zelf is door een eenvoudige uitdrukking gegeven, welker meetkundige beteekenis ik in de eerste plaats zal doen zien.

Stelle in Fig. 1 de cirkel den omtrek der plaat voor, die zoo met elektriciteit beladen is, dat de potentiaal op ieder punt van haar oppervlak V_0 bedraagt.

Om de potentiaal in een willekeurig punt P buiten de plaat te kunnen uitdrukken, moet men zich een vlak gebracht denken door het punt P, en de loodlijn op het midden O der plaat opgericht; wanneer dit vlak den omtrek der plaat in de punten A en C snijdt, dan is de potentiaal in P gegeven door de uitdrukking:

$$V = \frac{2\,V_0}{\pi}\ arc\,sin.\ \frac{BC}{PA + PC}$$

of, stellende:

$$AC = 2c, \quad PA = s_1, \quad PC = s_2.$$

$$V = \frac{2\,V_0}{\pi}\ arc\,sin.\ \frac{2c}{s_1 + s_2} \quad \ldots\ldots (1)$$

Deelt men nu den hoek APC door de lijn AD midden door, richt dan in D op AC de loodlijn DE op, dan is gemakkelijk in te zien, dat:

$$Sin\ EPD = \frac{2c}{s_1 + s_2}.$$

Denkt men zich verder P als middelpunt van een bol, dan zal de centrale projectie van de plaat op het oppervlak van dezen bol een sphaerische ellips zijn, van welke de hoek EPD juist de halve groote as is.

Daar deze hoek in het vervolg meermalen ter sprake komt, zullen wij hem den naam geven van: *halve amplitudo der schijf met betrekking tot het punt P.* Immers is hij de helft van den grootst mogelijken hoek, waaronder twee punten van den omtrek der schijf van uit P kunnen gezien worden.

Dit vooropgesteld zijnde, kunnen wij zeggen:

Wanneer een cirkelvormige dunne schijf tot een potentiaal π geladen is, dan is de potentiaal in een willekeurig punt van de ruimte gelijk aan de amplitudo der schijf met betrekking tot dat punt.

Ondersteld is natuurlijk, dat geene andere elektrische massa's in het veld aanwezig zijn.

Nu kan, volgens THOMSON's theorie der elektrische beelden, uit iedere functie, die in de geheele ruimte of in een deel er van aan LAPLACE's vergelijking ($\Delta^2 V = o$) voldoet, een andere functie worden afgeleid, voor welke die vergelijking evenzeer geldt. Men denke zich daartoe een bolopperv1ak met een willekeurig punt als middelpunt, en welks straal wij a zullen noemen.

Een punt gelegen binnen het gebied waarin voor de functie V de vergelijking van LAPLACE geldt, worde met het middelpunt des bols verbonden; de afstand zij ϱ; op denzelfden straal worde nu een ander punt gekozen op een afstand r van het middelpunt, en wel zoo, dat: $\varrho r = a^2$. Dit laatste punt heet dan het beeld van het eerste. Heeft nu een willekeurige functie in het eerste punt een waarde f, dan kunnen wij ons een andere functie denken, die in het beeld van dat punt een waarde $\frac{a}{r} f$ heeft.

Deze laatste functie nu zal aan de vergelijking van LAPLACE voldoen, wanneer deze voor de eerste geldt. Deze geldigheid strekt zich natuurlijk uit over een gebied, dat het beeld is van de ruimte, binnen welke de oorspronkelijke functie aan de vergelijking voldeed.

Met andere woorden:

Voldoet de functie der poolcoördinaten $F(r\ \vartheta\ \varphi)$ aan de vergelijking $\Delta^2 F = o$ (deze voorwaarde in poolcoördinatenvorm geschreven zijnde), dan voldoet aan deze zelfde vergelijking de functie:

$$\frac{a}{r} F \left(\frac{a^2}{r}, \vartheta, \varphi\right).$$

Geheel onafhankelijk van de theorie der elektrische beelden is deze bewering gemakkelijk te verifiëeren *).

§ 2. De boven aangehaalde stelling uit de leer der elektrische inversie zullen wij nu toepassen op een functie, die van de potentiaalfunctie in de nabijheid eener geladen plaat slechts weinig verschilt. In plaats van de amplitudo eener schijf, zullen wij n.l. beschouwen de amplitudo van een segment van het bolopperlak. In bijna alle punten der ruimte valt deze amplitudo samen met die van den randcirkel; er bestaat alleen een verschil voor de punten, die gelegen zijn in de ruimte tusschen het randvlak en het segment. Voor die punten bedekt het segment meer dan de helft van den hemelbol, en de amplitudo, die overal elders een uitspringende hoek is, is met betrekking tot die punten inspringend.

In het vroeger beschouwde geval van een plaat bereikte de potentiaal, dus de amplitudo, een maximum voor punten

---

*) Herinnerd moge worden, dat bij het transformeeren van figuren door de methode der omgekeerde voerstralen, bolopperlakken veranderen in andere bolopperlakken; dat platte vlakken, die niet door het middelpunt der omkeering gaan, veranderen in bolopperlakken, die wel door dat punt gaan, en omgekeerd; dat daarenboven hoeken tusschen lijnen en vlakken door de inversie niet veranderen, zoodat b. v. een oneindig klein tetraëder wordt afgebeeld als een ander, met het eerste gelijkvormige, viervlak.

op de plaat gelegen; de nu gedachte functie neemt bij doorgang door het randvlak in de richting naar het segment steeds toe, en bereikt eerst op het segment een maximum. Alle differentiaal-quotiënten der functie zijn *absoluut* dezelfden gebleven, maar in de genoemde ruimte van *teeken* veranderd; de vergelijking van LAPLACE geldt dus voor onze nieuwe functie in de geheele ruimte. Ondoorloopend is zij met haar differentiaal-quotiënten slechts voor punten die op het segment liggen; de daar aan elkander grenzende functiewaarden vullen elkander tot 2π aan *).

De vlakken van standvastig potentiaal zijn ook nu, evenals vroeger, sphaeroïden; maar voor die, welke het segment snijden, gelden twee functiewaarden; voor het stuk, dat binnen het segment ligt, een andere waarde dan voor dat, hetwelk er buiten gelegen is.

Van de aldus gedefiniëerde functie denken wij ons nu de geïnverteerde (volgens § 1); als middelpunt en als straal van inversie nemen wij het middelpunt en den straal van het bolopperv lak, van hetwelk het segment een deel is.

Ook de zoo verkregen functie zal voor punten op het segment gelegen ondoorloopend zijn; alleen de *binnen-* en *buiten*-waarden zijn omgewisseld.

En denken wij ons nu ten slotte een derde functie, die van de beide eersten de som is; dan heeft deze de volgende eigenschappen: Zij is overal doorloopend, ook op het segment, waar zij de standvastige waarde 2π heeft. Haar eerste differentiaal-quotiënten zijn overal doorloopend, behalve op de schaal. Zij voldoet in de geheele ruimte aan LAPLACE's vergelijking. Zij is nul voor oneindig ver gelegen punten.

Wil men nu, dat de waarde der functie op het segment niet 2π maar V_0 zal zijn, dan moet zij slechts met $\frac{V_0}{2\pi}$ worden vermenigvuldigd.

---

*) Wilden wij deze functie als een potentiaal beschouwen, dan zou het die zijn van een elektrische lading verbonden met een elektrische „Doppelschicht" op de oppervlakte van het segment.

Dan is:

$$V = \frac{V_0}{\pi} \left\{ arcsin. \frac{2c}{s_1 + s_2} + \frac{a}{r} arcsin. \frac{2c}{t_1 + t_2} \right\}$$

waarin t_1 en t_2 de met s_1 en s_2 overeenkomstige lijnen voorstellen, uit het beeld van het beschouwde punt naar den rand der kom getrokken.

Maar uit een figuur blijkt onmiddellijk, dat:

$$\frac{s_1}{t_1} = \frac{s_2}{t_2} = \frac{r}{a} .$$

Dus:

$$V = \frac{V_0}{\pi} \left\{ arcsin. \frac{2c}{s_1 + s_2} + \frac{a}{r} arcsin. \frac{r}{a} \cdot \frac{2c}{s_1 + s_2} \right\} . . (2)$$

Blijkens de voorwaarden aan welke zij voldoet, is de functie V de potentiaal in het door de coördinaten r en $s_1 + s_2$ gegeven punt, in de nabijheid eener tot de potentiaal V_0 geladen bolvormige kom. Omtrent de beide in verg. (2) voorkomende hoeken valt op te merken, dat de eerste stomp moet aangenomen worden, wanneer het beschouwde punt *zelf* tusschen het randvlak en de kom ligt, en de tweede hoek, wanneer het *beeld* van het punt binnen die ruimte ligt. In alle andere gevallen zijn de beschouwde hoeken scherp.

§ 3. De capaciteit van de kom wordt onmiddellijk gevonden, wanneer wij de potentiaal in het middelpunt des bols beschouwen; stellende r gelijk aan nul, vindt men, daar nu ook $s_1 = s_2 = a$,

$$V = \frac{V_0}{\pi} \left\{ arcsin. \frac{c}{a} + \frac{c}{a} \right\}$$

of, de amplitudo met betrekking tot het middelpunt 2α noemende:

$$V = \frac{V_0}{\pi} (\alpha + sin\, \alpha).$$

Deze potentiaal moet gelijk zijn aan de hoeveelheid elektriciteit, die zich op de kom bevindt, gedeeld door den straal des bols. Dus:

$$\frac{V_0}{\pi}\left\{\alpha + \sin\alpha\right\} = \frac{E}{a}$$

of:

$$C = \frac{E}{V_0} = a\,\frac{\alpha + \sin\alpha}{\pi} \; \ldots\ldots\ldots \; (3)$$

een uitdrukking, die ook in WATSON en BURBURY's *Electricity* (pag. 142) is aangegeven; zij wordt t. a. p. evenwel uit THOMSON's formule voor de dichtheid door integratie afgeleid.

§ 4. De zooeven genoemde schrijvers hebben de capaciteiten vergeleken van twee schalen, die elkander tot een volledig bolloppervlak aanvullen; zij komen daarbij tot een stelling, die wij, met behulp van verg. (2), algemeener kunnen uitspreken.

Past men n.l. die vergelijking op twee zulke complementaire schalen toe, en wel voor een punt gelegen buiten het boloppervlak dat zij samen vormen, dan ziet men, dat het punt zelf buiten het gebied ligt, waarin de eerste *arcsinus* stomp is, de tweede is steeds voor één der schalen, maar ook slechts voor die eene stomp, daar toch het beeld van het punt tusschen het randvlak en één der beide segmenten moet liggen. Voor de andere schaal heeft die *arcsinus* dan het supplement van de waarde die zij voor de eerste schaal heeft.

Beide potentiaalfuncties samen geven dan:

$$V_1 + V_2 = V_0\frac{a}{r} + \frac{2\,V_0}{\pi}\;arcsin.\;\frac{2\,c}{s_1 + s_2}.$$

Of: *de som der potentialen van twee complementaire schalen in een uitwendig punt, is gelijk aan de potentiaal in hetzelfde punt van den bol, dien zij samen vormen, vermeerderd met die van een plaat ter grootte van het gemeenschappelijk randvlak.*

Ondersteld is, dat de schalen, de bol en de plaat tot dezelfde potentiaal geladen zijn.

§ 5. De invloed van een kleine cirkelvormige opening in een geladen bol op de potentiaal in een willekeurig punt, wordt ook in WATSON en BURBURY's *Electricity* aangegeven; maar de daar gegeven redeneering is weinig streng en het resultaat onjuist.

Uit onze verg. (2) is natuurlijk die invloed zonder moeite te vinden.

Is de opening klein, dan mogen wij $s_1 = s_2 = s$ stellen. Ontwikkelen wij dan de *arcsinussen* in reeksen, van welke wij slechts de beide eerste termen noodig hebben, dan vinden wij voor dien invloed:

$$v = -\frac{V_0}{6\pi}\frac{c^3}{s^3 a^2}(r^2 - a^2) \qquad \text{. . . . . (4)}$$

Bij de afleiding van deze formule moet in het oog gehouden worden, dat voor uitwendige punten de tweede *arcsinus* in verg. (2), voor inwendige punten de eerste stomp is.

Even gemakkelijk vindt men den invloed van een geringe kromming van een cirkelvormige plaat op de potentiaal van punten daar buiten.

Zij de zeer groote straal der sphaerische kromming a, en de loodrechte afstand van een punt tot het vlak van de plaat y, dan zal voor punten aan de convexe zijde der plaat gelegen, de potentiaal vermeerderd, en voor die aan de concave verminderd zijn met het bedrag:

$$v = \frac{V_0}{\pi} \cdot \frac{y}{a}(tg\,\varphi - \varphi)$$

waarin:

$$\varphi = arcsin. \frac{2c}{s_1 + s_2}$$

of, wat hetzelfde is:

$$\varphi = \frac{\pi}{2} \cdot \frac{V}{V_0}.$$

Dus ten slotte:

$$v = \frac{y}{a} \left\{ \frac{V_0}{\pi} tg \frac{\pi}{2} \frac{V}{V_0} - \frac{V}{2} \right\} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (5)$$

V is de potentiaal, die voor het beschouwde punt zou gelden, wanneer de plaat, bij gelijke begrenzing, volkomen vlak was en geladen tot een potentiaal V_0.

§ 6. Denken wij ons in het middelpunt des bols, waarvan de kom een deel der begrenzing uitmaakt, een hoeveelheid elektriciteit $- V_0 a$ aangebracht, dan zal daardoor de potentiaal op de kom, die te voren V_0 was, gelijk aan nul worden, terwijl de verdeeling der elektriciteit op de kom niet verandert; in een willekeurig punt, waar te voren de potentiaal V was, zal zij nu zijn: $V - V_0 \frac{a}{r}$; V stelt dus nu voor: de potentiaal der geïnduceerde lading in het punt P, wanneer in het midden des bols zich eene hoeveelheid elektriciteit $- V_0 a$ bevindt, en de kom met den grond in geleidende verbinding staat. Stellen wij nu: $- V_0 a = E$, letten verder op de reciprociteits-eigenschap van GREEN's functie, en bedenken, dat uit de potentiaal in het middelpunt van een bol tengevolge van een lading op de oppervlakte, onmiddelijk mag besloten worden tot de grootte dier lading, dan vinden wij:

De hoeveelheid elektriciteit, die op de kom wordt geïnduceerd, wanneer deze naar den grond is afgeleid, en in het punt P zich een lading E bevindt, is gegeven door de vergelijking:

$$Q = -\frac{E}{\pi} \left\{ arcsin. \frac{2c}{s_1 + s_2} + \frac{a}{r} \, arcsin. \frac{r}{a} \cdot \frac{2c}{s_1 + s_2} \right\} \ldots (6)$$

De omstandigheid, dat de vergelijkingen (2) en (6) bijna niet van elkander onderscheiden zijn, is een bijzonder geval van een zeer algemeene stelling, die ook te vinden is in MAXWELL's »Electricity" (Chapter III, Theorem. II).

§ 7. Zoeken wij nu ook de dichtheid op verschillende punten der kom.

Daartoe kiezen wij twee punten uit, die, op denzelfden straal gelegen, even ver van de oppervlakte der kom verwijderd zijn. Wordt die afstand zeer klein ($= \delta r$) genomen, dan zijn die punten elkanders beelden. Het binnen den bol gelegen punt noemen wij B, het andere A. De potentiaalwaarden in het op de lijn $A\,B$ gelegen punt der kom noemen wij u en $2\pi - u$; onderstellende, dat voorloopig nog slechts sprake is van de potentiaalfunctie, die wij in § 2 beschouwden, en die eerst met hare inversie te zamen de volledige potentiaal der kom oplevert; u gelde voor de buitenzijde, $2\pi - u$ voor de binnenzijde der schaal.

Wij hebben dus:

$$\text{in } A \text{ de potentiaal: } u + \frac{\partial u}{\partial r}\,\delta r$$

$$\text{in } B \;\;\text{»}\;\;\text{»}\qquad 2\pi - \left(u - \frac{\partial u}{\partial r}\,\delta r\right).$$

Inverteeren wij nu, dan geeft de omkeering:

$$\text{in } A \text{ de potentiaal: } \frac{a}{a + \delta r}\left\{2\pi - u + \frac{\partial u}{\partial r}\,\delta r\right\}$$

$$\text{in } B \;\;\text{»}\;\;\text{»}\qquad \frac{a}{a - \delta r}\left\{u + \frac{\partial u}{\partial r}\,\delta r\right\}.$$

Dus in het geheel:

$$\text{in } A \text{ de potentiaal: } 2\pi - \delta r\left\{\frac{2\pi - u}{a} - 2\frac{\partial u}{\partial r}\right\}$$

$$\text{in } B \;\;\text{»}\;\;\text{»}\qquad 2\pi + \delta r\left\{\frac{u}{a} + 2\frac{\partial u}{\partial r}\right\}.$$

Nemen wij verder aan, dat de potentiaal op de schaal V_0 in plaats van 2π is, dan moeten bovenstaande uitdrukkingen met $\frac{V_0}{2\pi}$ vermenigvuldigd worden.

Wij vinden dan voor de dichtheden op de convexe en de concave zijde der schaal:

$$4\pi\sigma = -\frac{V_0}{2\pi}\left\{2\frac{\partial u}{\partial r} - \frac{2\pi - u}{a}\right\}$$

$$4\pi\sigma' = -\frac{V_0}{2\pi}\left\{2\frac{\partial u}{\partial r} + \frac{u}{a}\right\}.$$

Nu is: $u = 2\,arcsin.\,\frac{2c}{s_1 + s_2}$

$$d s_1 = \frac{s_1}{2a}\,\delta r, \qquad d s_2 = \frac{s_2}{2a}\,\delta r.$$

Dus:

$$\frac{\partial u}{\partial r} = -\frac{2c}{a\sqrt{(s_1 + s_2)^2 - 4c^2}}.$$

Waaruit:

$$\left.\begin{aligned} 4\pi\sigma &= \frac{V_0}{\pi a} + \frac{V_0}{\pi a}\left\{\frac{2c}{\sqrt{(s_1+s_2)^2 - 4c^2}} - arcsin.\,\frac{2c}{s_1+s_2}\right\} \\ 4\pi\sigma' &= \frac{V_0}{\pi a}\left\{\frac{2c}{\sqrt{(s_1+s_2)^2 - 4c^2}} - arcsin.\,\frac{2c}{s_1+s_2}\right\} \end{aligned}\right\} \quad . . (7)$$

Nemen wij poolcoördinaten aan met het midden der schaal als pool, en noemen wij de amplitudo der schaal met betrekking tot het middelpunt des bols weder 2α, dan is:

$$s_1 = 2a\,sin\,\frac{\alpha + \eta}{2}, \qquad s_2 = 2a\,sin\,\frac{\alpha - \eta}{2}$$

$$\frac{2c}{s_1 + s_2} = \sqrt{\frac{1 + cos\,\alpha}{1 + cos\,\eta}} = sin\,2u$$

$$\frac{2c}{\sqrt{(s_1+s_2)^2-4c^2}} = \sqrt{\frac{1+\cos\alpha}{\cos\eta-\cos\alpha}} = tg\,2u.$$

Dus:

$$4\pi\sigma = \frac{V_0}{\pi a} + \frac{V_0}{\pi a}\left\{\sqrt{\frac{1+\cos\alpha}{\cos\eta-\cos\alpha}} - arctg.\sqrt{\frac{1+\cos\alpha}{\cos\eta-\cos\alpha}}\right\}$$

$4\pi\sigma'$ heeft dezelfde waarde, verminderd met $\frac{V_0}{\pi a}$.

Dit is THOMSON's bekende formule voor de dichtheid, in den door hem gegeven vorm. (Zie *Reprint* etc. pag. 185).

II.

§ 8. Gaan wij nu over tot het bepalen van de potentiaalfunctie in de nabijheid der kom, wanneer deze met den grond in geleidende verbinding staat, en zich ergens in het veld een met een willekeurige elektrische lading bedeeld punt bevindt. Daarbij zullen wij gebruik maken van een stelling, die wel tamelijk voor de hand ligt, maar die ik toch nergens uitdrukkelijk heb vermeld gevonden, zoodat het mij noodig schijnt haar kortelijk te bewijzen.

Zij luidt aldus:

Wanneer twee functiën, die wederkeerig elkanders geïnverteerden zijn met betrekking tot een boloppervlak, nogmaals geïnverteerd worden met betrekking tot een anderen bol, dan zullen zij met betrekking tot het beeld van den eersten bol elkanders geïnverteerden blijven.

Of anders: Wordt een functie twee achtereenvolgende malen geïnverteerd met betrekking tot twee gegeven boloppervlakken, dan is de volgorde, in welke de inversies plaats hebben, op het resultaat van geen invloed. Stelle, om deze bewering te bewijzen, de cirkel in Fig. 2 de centrale doorsnede van een bol voor, welks middelpunt O is, en met betrekking tot welken A en A' elkanders beelden zijn. In het vlak der teekening ligge een punt P, dat het nieuwe middelpunt van inversie moge zijn. Daar de straal der inversie, die wij door

b zullen aanduiden, van geen belang is, kiezen wij hem zoo, dat het bolloppervlak zijn eigen beeld wordt. Het beeld van O met betrekking tot P zal dan tevens het beeld zijn van P met betrekking tot O. Wij noemen dit punt O'. De beelden van A en A' met betrekking tot P noemen wij B en B'.

Nu is: $OA . OA' = OO' . OP$.

De cirkel, die om de punten A, A' en O' kan beschreven worden, gaat door P, en wordt dus door de inversie een rechte lijn, die door O, B en B' gaat.

Maar niet alleen liggen de punten B en B' op denzelfden straal; wij hebben daarenboven: $OB . OB' = OA . OA'$; want $A B B' A'$ is blijkbaar een inscriptiebele vierhoek, (daar $PB . PA = PB' . PA'$), waarmede het gestelde bewezen is.

Wanneer in A de functiewaarde f is, dan zal die der geïnverteerde functie in A' zijn: $\frac{a}{OA'} f$.

Door de inversie ten opzichte van P wordt de functiewaarde in B: $\frac{b}{PB} f$ en in B': $\frac{a b f}{OA' . PB'}$. Maar wordt de functiewaarde in B ten opzichte van O geïnverteerd, dan wordt zij in B': $\frac{a b f}{PB . OB'}$. En dit is juist de waarde, die wij door de inversie ten opzichte van P vonden; want $PB . OB' = OA' . PB'$, zooals gemakkelijk blijkt uit de driehoeken $P B B'$ en $O A' B'$, die twee hoeken gelijk hebben, en twee, die elkanders supplementen zijn.

§ 9. Hiermede is de stelling bewezen. Passen wij deze nu toe op de bolvormige kom, die wij onderstellen een deel te zijn van het bolloppervlak in Fig. 2 voorgesteld.

De potentiaal in A bestond uit twee termen, die met betrekking tot den bol elkanders wederkeerigen waren, en die dus, na de inversie met P als middelpunt en b als straal, elkanders wederkeerigen zullen blijven.

De eerste term was de amplitudo van de schaal ten opzichte van het punt A vermenigvuldigd met den factor $\frac{V_0}{2\pi}$. Door de inversie worden alle lijnen, die uit A naar den rand der kom getrokken kunnen worden, cirkelbogen

door P, B en punten van den rand van het beeld der kom, dat onze nieuwe kom zal zijn. Alle hoeken, die deze cirkelbogen in de snijpunten met elkander vormen, zijn dezelfden, die de lijnen vormden, welker beelden zij zijn.

Ter bekorting zoude ik den grootsten van al deze hoeken, dien ik met 2ϑ zal aanduiden, de *circulaire amplitudo* willen noemen van de nieuwe kom met betrekking tot de punten P en B.

De eerste term der geïnverteerde potentiaalfunctie wordt dus:

$$V_0 \cdot \frac{2\vartheta}{2\pi} \cdot \frac{b}{PB}.$$

De tweede term is het beeld van de functie door den eersten term voorgesteld, met betrekking tot den bol. Het is dus de waarde, die de eerste term in B' heeft, vermenigvuldigd met $\frac{a}{OB}$.

De tweede term is dus:

$$V_0 \cdot \frac{2\vartheta'}{2\pi} \cdot \frac{b}{PB'} \cdot \frac{a}{OB}$$

waarin $2\vartheta'$ natuurlijk voorstelt de circulaire amplitudo der nieuwe schaal (die wij voortaan kortweg de schaal of de kom zullen noemen) met betrekking tot B' en P.

In het nieuwe stelsel heeft de schaal geen standvastige potentiaal, maar deze is voor het op de schaal gelegen punt C gelijk aan $V_0 \frac{b}{PC}$.

Wordt nu in het punt P eene hoeveelheid elektriciteit $- V_0 b$ aangebracht, dan wordt de potentiaal op de schaal overal nul, en in het punt B wordt zij, wanneer nog E voor $- V_0 b$ wordt geschreven:

$$V = \frac{E}{PB} - \frac{E}{\pi} \left\{ \frac{\vartheta}{PB} + \frac{a\vartheta'}{PB' \times OB} \right\} \quad \ldots . (8)$$

Dit is dus de uitdrukking voor de potentiaal in een willekeurig punt B van het elektrische veld, dat gevormd wordt onder den invloed van een lading E in P, en de geïnduceerde lading op de naar den grond afgeleide kom.

Wij hebben nu nog slechts ϑ en ϑ' uit te drukken in grootheden, die de kom en de ligging der punten P en B met betrekking tot haar en tot elkander, bepalen.

§ 9. Wij moeten ons dus in deze paragraaf bezig houden met het volgende, zuiver meetkundige, vraagstuk:

In de ruimte zijn gegeven een cirkel en twee punten B en P daarbuiten. Men denke zich alle mogelijke cirkelbogen getrokken door deze beide punten en de punten van den cirkelomtrek. Gevraagd wordt: de grootste hoek, die twee van deze cirkels in een der snijpunten met elkander maken.

Wij zullen dit vraagstuk oplossen met behulp van de methode der omgekeerde voerstralen, van welke de leer der elektrische inversie de uitbreiding is. De in ons vraagstuk gedachte figuur zullen wij n.l. door inversie terugbrengen tot onze fig. 1.

Daartoe worde een rechthoekig coördinatenstelsel aangenomen met B als oorsprong en de lijn gaande door P als positieve z-as. Den afstand PB noemen wij R. Den cirkel denken wij ons gegeven als de snijlijn van een bol, die door B gaat, en een plat vlak.

De vergelijking van het vlak zij:

$$\alpha x + \beta y + \gamma z - p = 0 \quad \ldots \ldots . (9)$$

met de voorwaarde:

$$\alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2 = 1.$$

De vergelijking van den bol:

$$(x - u)^2 + (y - v)^2 + (z - w)^2 = V^2 \ldots (10)$$

met de voorwaarde:

$$u^2 + v^2 + w^2 = V^2.$$

Wij inverteeren nu deze figuur met B als middelpunt en R als straal, wat de volgende transformaties eischt:

$$x = \frac{R^2}{\varrho^2}\xi, \qquad y = \frac{R^2}{\varrho^2}\eta, \qquad z = \frac{R^2}{\varrho^2}\zeta$$

waarbij ξ, η en ζ de coördinaten van het geïnverteerde punt x, y, z zijn, en ϱ^2 geschreven is voor:

$$\xi^2 + \eta^2 + \zeta^2.$$

Het vlak (9) wordt een bol:

$$\left(\xi - \frac{\alpha R^2}{2p}\right)^2 + \left(\eta - \frac{\beta R^2}{2p}\right)^2 + \left(\zeta - \frac{\gamma R^2}{2p}\right)^2 = \frac{R^4}{4p^2} \quad . \quad . \quad (9^a)$$

De bol (10) gaat over in het vlak:

$$u\xi + v\eta + w\zeta = \frac{R^2}{2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (10^a)$$

Het punt P blijft op zijn plaats, terwijl B op oneindigen afstand komt.

Wij zoeken nu:

1°. den straal a van den cirkel, die door (9^a) en (10^a) bepaald wordt;

2°. de loodlijn h uit P op het vlak (10^a) neêrgelaten;

3°. den afstand b van het middelpunt des cirkels tot het voetpunt van h.

De loodlijn, uit het middelpunt van den bol (9^a) op het vlak (10^a) neêrgelaten, heeft een lengte:

$$l = \frac{R^2}{2V} - (\alpha u + \beta v + \gamma w)\frac{R^2}{2pV}$$

of, ter bekorting, stellende:

$$\alpha u + \beta v + \gamma w = P$$

$$l = \frac{R^2}{2V}\left(1 - \frac{P}{2p}\right).$$

Maar:

$$a^2 = \frac{R^4}{4\,p^2} - l^2.$$

Dus:

$$a^2 = \frac{R^4}{4\,p^2\,V^2} \left\{ V^2 - (p - P)^2 \right\} \;\ldots\ldots\; (11)$$

Voor de loodlijn h wordt gemakkelijk gevonden:

$$h = \frac{R}{2\,V}\,(R - 2\,w) \;\ldots\ldots\ldots\; (12)$$

Hierbij zij opgemerkt, dat de loodlijn positief of negatief zal uitvallen, naarmate zij met B aan dezelfde of de tegenovergestelde zijde van het vlak ligt. De coördinaten van het voetpunt van h zijn:

$$h\,\frac{u}{V},\quad h\,\frac{v}{V},\quad h\,\frac{w}{V} + R.$$

De coördinaten van het middelpunt des cirkels (het voetpunt van de loodlijn uit het middelpunt des bols (9^a) op het vlak (10^a) neêrgelaten) zijn:

$$\frac{\alpha R^2}{2p} + \frac{l\,u}{V},\quad \frac{\beta R^2}{2p} + \frac{l\,v}{V},\quad \frac{\gamma R^2}{2p} + \frac{l\,w}{V}.$$

Dus:

$$b^2 = \left\{\frac{\alpha R^2}{2p} + (l-h)\frac{u}{V}\right\}^2 + \left\{\frac{\beta R^2}{2p} + (l-h)\frac{v}{V}\right\}^2 + \left\{\frac{\gamma R^2}{2p} + (l-h)\frac{w}{V} - R\right\}^2$$

of, bedenkende, dat:

$$l - h = \frac{R}{V}\left(w - \frac{P\,R}{2p}\right)$$

$$b^2 = \frac{R^4}{4\,p^2} - \frac{R^2}{4\,p^2\,V^2}\,\{2\,p\,w - P\,R\}^2 + R^2 - \frac{\gamma\,R^3}{p} \;\ldots\; (13)$$

Wij moeten nu trachten ons van het aangenomen coördinaten-stelsel los te maken, en a, b en h uit te drukken in parameters der oorspronkelijke figuur, die geen betrekking hebben op een aan die figuur vreemd coördinaten-stelsel. Wij kiezen als zoodanige:

De loodlijn p uit B op het vlak van den cirkel.

De loodlijn p_1 uit P op hetzelfde vlak.

De loodlijn q uit het middelpunt van den bol (10) op dit vlak.

De loodlijn q_1 op dit vlak neêrgelaten uit het middelpunt van een bol, die door P en den cirkelomtrek gaat.

Den straal c van den cirkel.

Den afstand R van B tot Q.

Zooals gemakkelijk te zien is, bepalen deze zes onderling onafhankelijke parameters: p, p_1, q, q_1. c en R de figuur volkomen.

Zonder moeite worden de volgende betrekkingen gevonden tusschen deze parameters en de vroegeren: p, R, V, P, w en γ:

$$p_1 = p - \gamma R,$$

$$q = p - P,$$

$$c^2 = V^2 - q^2,$$

$$q - q_1 = \frac{R(2w - R)}{2p_1}.$$

Deze vergelijkingen kunnen dienen om P, V, w en γ te vervangen door de nieuwe parameters.

Wij vinden dan:

$$a^2 = \frac{R^4 c^2}{4p^2(c^2 + q^2)}$$

$$h^2 = \frac{4p^2 p_1^2 (q - q_1)^2}{4p^2(c^2 + q^2)}$$

$$b^2 = \frac{c^2 R^4 - 4p^2 p_1^2 (q - q_1)^2 + 4R^2 pp_1 qq_1 + 4pp_1 R^2 c^2}{4p^2(c^2 + q^2)}.$$

En eindelijk, wanneer wij den gemeenschappelijken factor $4p^2(c^2+q^2) = k^2$ stellen:

$$k\,a = R^2 c$$

$$k\,h = 2\,p p_1 (q - q_1)$$

$$k^2 (b^2 - a^2 + h^2) = 4\,R^2\,p p_1 (q q_1 + c^2)$$

uitdrukkingen, in welke p en p_1, q en q_1 symmetrisch optreden, daar de factor k op het resultaat van geen invloed is. Stelt nu Fig. 1 de geïnverteerde figuur voor, dan is:

$$h = PF, \quad b = OF, \quad a = OC.$$

Wij stellen verder:

$$PA = l_1, \quad PC = l_2;$$

dan is:

$$l_1^2 = (b+a)^2 + h^2, \quad l_2^2 = (b-a)^2 + h^2$$

$$l_1^2 + l_2^2 = 2(a^2 + b^2 + h^2)$$

$$l_1^2 + l_2^2 - 4a^2 = 2(b^2 - a^2 + h^2)$$

$$2l_1 l_2 = 2\sqrt{(a^2+b^2+h^2)^2 - 4a^2b^2} = 2\sqrt{(b^2-a^2+h^2)^2 + 4a^2h^2}.$$

Dus:

$$2\,l_1\,l_2\,k^2 = 8\,R^2 \sqrt{p^2\,p_1^2\,[(q q_1 + c^2)^2 + c^2 (q - q_1)^2]}$$

of:

$$2\,l\,l_1\,k^2 = 8\,R^2 \sqrt{p^2\,p_1^2\,(q^2 + c^2)(q_1^2 + c^2)}$$

en

$$[(l_1+l_2)^2 - 4a^2]k^2 = 8R^2\{pp_1(qq_1+c^2) + \sqrt{p^2p_1^2(q^2+c^2)(q_1^2+c^2)}\}.$$

En, daar:

$$tg.\,\vartheta = tg.\,EPD = \frac{2\,a}{\sqrt{(l_1+l_2)^2 - 4\,a^2}}$$

$$tg.^2 \vartheta = \frac{R^2 c^2}{2\{pp_1(qq_1+c^2) + \sqrt{p^2 p_1^2 (q^2+c^2)(q_1^2+c^2)}\}} \;..(14)$$

Men merke hierbij op, dat het radicaal steeds positief moet genomen worden, en dat p en p_1, evenals q en q_1, gelijke of ongelijke teekens hebben, naarmate zij aan dezelfde of de tegenovergestelde zijde van het vlak vallen, waarop zij loodrecht staan.

De vergelijking (14) kan evenwel nog belangrijk vereenvoudigd worden. Om tot die vereenvoudiging te geraken, stelle men zich voor, dat Fig. 1 een teekening is van den rand der kom met een der beide punten (P).

De lijnen PA en PC noemen wij s_1 en s_2.

Den hoek APC, die de kleine as is van de reeds vroeger besproken bolellips, en dien wij dus gevoegelijk de *kleine amplitudo* van den cirkel met betrekking tot P zouden kunnen noemen, duiden wij aan door 2φ.

De lijn PE, die meetkundig middenevenredig is tusschen s_1 en s_2, zouden wij den *hoofdvector* van P naar den cirkel willen noemen; wij wijzen hem aan door de letter s.

Dus:

$$s = \sqrt{s_1 s_2}.$$

Nu is:

$$s_1 s_2 \sin 2\varphi = s^2 \sin 2\varphi = 2pc.$$

En, daar $\sqrt{q^2 + c^2}$ de straal is van den om APC beschreven cirkel:

$$s^2 = s_1 s_2 = 2p\sqrt{q^2 + c^2}.$$

Dus ook:

$$s_1 s_2 \cos 2\varphi = s^2 \cos 2\varphi = 2pq.$$

De hoofdvector van B naar den cirkel zij: t.

De kleine amplitudo ten opzichte van dat punt zij: 2ψ.

φ en ψ hebben gelijke of tegengestelde teekens, naarmate

de punten P en B aan dezelfde of de tegenovergestelde zijde van het vlak liggen, overeenkomstig de bepaling, die wij omtrent de teekens van p, p_1, q en q_1 maakten.

Voeren wij nu in (14) de grootheden s, t, φ en ψ in, dan wordt:

$$tg.^2 \vartheta = \frac{2 R^2 c^2}{s^2 t^2 \cos 2 (\varphi - \psi) + s^2 t^2}$$

of:

$$tg. \vartheta = \pm \frac{R c}{s t \cos (\varphi - \psi)} \dots\dots\dots\dots (15)$$

In woorden:

De tangens van de halve circulaire amplitudo van een willekeurigen cirkel met betrekking tot twee punten, is (wat de absolute waarde betreft) gelijk aan het product van de volgende factoren: de afstand der punten, de straal van den cirkel, de reciproken der hoofdrectoren en de secans van het verschil der halve amplituden.

§ 10. Om ϑ' in verg. (8) te vinden, kunnen wij (15) evenzeer gebruiken.

Slechts moeten de op het punt B betrekking hebbende parameters R, t en ψ vervangen worden door de overeenkomstige grootheden R', t' en ψ', die op B', het beeld van B, betrekking hebben.

Nu is (zie fig. 3):

$$\frac{t_1'}{t_1} = \frac{t_2'}{t_2} = \frac{t'}{t} = \frac{OB'}{a} = \frac{a}{OB}$$

en

$$2 \pi - 2 \psi' = 2 \psi - 2 \alpha ,$$

zooals blijkt uit de gelijkvormige driehoeken:

$$O B T_1 \backsim O T_1 B' \quad \text{en} \quad O B T_2 \backsim O T_2 B' .$$

Evenals vroeger is 2α de amplitudo der kom met betrekking tot het middelpunt van den bol; ψ en ψ' worden positief gerekend, wanneer de punten, op welke deze

hoeken betrekking hebben, met O aan dezelfde zijde van het grensvlak vallen.

Dus is:

$$tg.\, \vartheta' = \pm \frac{R'\, c\,.\, O\, B}{a.\, s.\, t\, cos\, (\varphi + \psi - \alpha)}.$$

Nu wordt dus verg. (8):

$$V = \frac{E}{R} - \frac{E}{\pi} \left\{ \frac{1}{R}\, arctg. \pm \frac{c.\, R}{s.\, t.\, cos\, (\varphi - \psi)} + \right.$$
$$\left. + \frac{a}{R'.\, O\, B}\, arctg. \pm \frac{c\, R'.\, O\, B}{a.\, s.\, t.\, cos\, (\varphi + \psi - \alpha)} \right\} \ldots (16)$$

Deze verg. is slechts schijnbaar onsymmetrisch ten opzichte van de punten P en B.

Want, noemen wij P' het beeld van P, (het punt dus, dat O' is in fig. 2), dan zien wij gemakkelijk in (zie het slot van § 8), dat:

$$P\, B'.\, O\, B = P'\, B.\, O\, P.$$

Nu is $P\, B' = R'$, overeenkomstig met $P\, B = R$.

In de verg. (16) komt twee malen het dubbele teeken $\pm$ voor. Natuurlijk mag in een gegeven geval het teeken niet willekeurig aangenomen worden. Om hieromtrent in ieder geval te kunnen beslissen, herinnere men zich, dat in onze beschouwingen over de potentiaal der geïsoleerde kom van de geheele oneindige ruimte een gebied werd afgezonderd. Voor punten binnen dat gebied gelegen, moest in den eersten term der potentiaal de hoek stomp genomen worden; de hoek in den tweeden term was stomp, wanneer het *beeld* van het punt binnen het afgezonderde gebied lag. Dat gebied was begrensd door de kom en het randvlak, en was geheel in het eindige gelegen, wat toen niet afzonderlijk behoefde vermeld te worden.

Door de inversie, die ons de potentiaalfunctie (16) leverde, is het besproken gebied veranderd in een ander, dat begrensd

wordt door de kom en een deel van een bolopperviak, dat door den rand der kom en het punt P gebracht kan worden. In dat bolopperviak is namelijk het randvlak overgegaan. Evenals te voren het punt op oneindigen afstand buiten het afgezonderde gebied lag, ligt nu het punt P (het beeld van het oneindig ver gelegen punt) er buiten. Zie fig. 4, in welke het meermalen genoemde gebied gestreept is.

Wij hebben dus ter bepaling van het scherp of stomp zijn der in (16) optredende hoeken (dus ter bepaling van de teekens der tangenten) den volgenden regel:

Breng door een der gegeven punten en den rand der kom een bolopperviak. Een deel van dat bolopperviak (waar het gekozen punt niet op ligt) en de kom begrenzen een deel der ruimte (waar het punt niet binnen ligt); ligt het *andere* punt binnen die ruimte, dan moet in den eersten term de hoek stomp genomen worden; ligt zijn *beeld* er binnen, dan is de tweede hoek stomp.

Hiermede is het vraagstuk, dat ons bezig hield, zoo algemeen mogelijk, opgelost.

§ 11. Gaat de bolschaal in een vlakke plaat over, dan wordt B' het spiegelbeeld van B; $\frac{a}{OB} = 1$; $\alpha = 0$.

Dus:

$$V = \frac{E}{R} - \frac{E}{\pi}\left\{\frac{1}{R}\ arctg.\ \pm \frac{c.\ R}{s.\ t.\ cos\,(\varphi - \psi)} + \right.$$

$$\left. + \frac{1}{R'}\ arctg.\ \pm \frac{c.\ R'}{s.\ t.\ cos\,(\varphi + \psi)}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (17)$$

Dit is de oplossing van het vraagstuk, dat THOMSON in het bijzonder op het oog had, toen hij aan het slot van de reeds aangehaalde verhandeling schreef: »It would be interesting to continue the analytical investigation far enough to determine the electric potential at any point in the neighbourhood of a disc electrified under influence", de zinsnede, die mij tot het schrijven van dit opstel leidde.

Wordt in plaats van de schijf een oneindig geleidend vlak gedacht met een cirkelvormige opening, dan blijft de formule (17) geldig ook voor dat geval. Alleen veranderen de quadranten in welke de hoeken liggen. Liggen beide punten aan tegenovergestelde zijden van het vlak, dan zijn voor beide genoemde gevallen de eerste hoeken elkanders supplementen, de tweede hoeken zijn gelijk en beiden scherp.

Liggen zij aan dezelfde zijde van het vlak, dan zijn de eerste hoeken gelijk en scherp, en de tweeden zijn elkanders supplementen.

De afgezonderde ruimten vullen elkander tot de halve oneindige ruimte aan. Zie fig. 5 en 6.

Uit (17) wordt zonder moeite het volgende gevonden:

Liggen beide punten op de as en noemen wij hun afstanden tot het vlak (absoluut genomen) l en m, onderstellende, dat $l > m$, dan is de potentiaal der geïnduceerde lading:

Voor de plaat:

$$-\frac{E}{\pi} \cdot \frac{2\,(l\,\psi - m\,\varphi)}{l^2 - m^2}$$

en voor het oneindige vlak met cirkelvormige opening:

$$-\frac{E}{l+m} + \frac{E}{\pi} \cdot \frac{2\,(l\,\varphi - m\,\psi)}{l^2 - m^2};$$

l en φ behooren bij hetzelfde punt; evenzoo m en ψ.

De verschillen zijn steeds positief.

Is in het laatste geval de opening klein, en liggen de punten aan verschillende zijden van het vlak, maar niet noodzakelijk op de as, dan wordt de potentiaal in het eene punt:

$$V = \frac{2\,E\,c^3 \cos\alpha \cos\beta}{3\,\pi\,s^2\,t^2},$$

wanneer zich in het andere een lading E bevindt, zooals door ontwikkeling der beide termen van (17) gemakkelijk

gevonden wordt; s en t zijn de lengten der lijnen, die uit de beide punten naar het middelpunt der opening kunnen getrokken worden; α en β de hoeken, die deze lijnen met de normale op het vlak insluiten.

Om uit (16) weder te komen tot (2), denke men zich in het middelpunt des bols een lading $- V_0 a$, terwijl de kom is afgeleid; daarna worde de kom geïsoleerd, en dan in het middelpunt een hoeveelheid elektriciteit $+ V_0 a$ aangebracht. Deze laatste lading zal de eerste neutraliseeren, maar de verdeeling der elektriciteit op de schaal niet veranderen en hare potentiaal op V_0 brengen. Valt B samen met O, dan wordt:

$$\psi = \alpha \quad t = a \quad OB = 0 \quad R' = \infty \quad OB \times R' = a^2.$$

De gezochte formule is dan:

$$V = \frac{E}{\pi} \left\{ \frac{a}{R} \, arctg. \pm \frac{c\,R}{a.\,s.\,cos\,(\varphi - \alpha)} + arctg. \pm \frac{c}{s\,cos\,\varphi} \right\}.$$

De laatste term is gemakkelijk te brengen tot den vorm:

$$arctg. \pm \frac{c}{s\,cos\,\varphi} = arcsin. \frac{2\,c}{s_1 + s_2}.$$

Bedenkende, dat $s \,.\, \frac{a}{R}$ de hoofdvector is uit het beeld van B naar den rand der schaal getrokken, en dat $\varphi - \alpha$ de halve kleine amplitudo is der kom met betrekking tot dat beeld, zooals uit een figuur gemakkelijk blijkt, vinden wij:

$$arctg. \pm \frac{c\,R}{a.\,s.\,cos\,(\varphi - \alpha)} = arcsin. \frac{R}{a} \cdot \frac{2\,c}{s_1 + s_2}.$$

De eerste hoek is stomp, wanneer het punt B ligt in het gebied buiten den bol, dat begrensd wordt door de kom en een door het middelpunt en den rand gebracht bolopppervlak, wanneer dus het beeld van het punt ligt tusschen

het randvlak en de kom; in den tweeden term is de hoek stomp, wanneer het punt zelf binnen deze laatste ruimte ligt.

Wij hebben dus wederom (2) verkregen met dezelfde bepalingen omtrent het scherp of stomp zijn der hoeken.

Wij kunnen, om de juistheid der verg. (16) aan een bekend geval te toetsen, haar toepassen voor een volledigen bol.

Dan wordt $c = 0$.

Dus:

$$V = \frac{E}{R} - \frac{E}{\pi} \left\{ \frac{1}{R} \; arctg.\, 0 + \frac{a}{R'.\, OB} \; arctg.\; 0 \right\}.$$

Het afgezonderde gebied wordt hier begrensd door het boloppervlak zelf. Ligt het induceerende punt *buiten* den bol, dan is dat gebied de *binnen* den bol gelegen ruimte; ligt het induceerende punt er *binnen* dan omvat de genoemde ruimte alle *buiten* den bol gelegen punten.

Ligt in het eerste geval ook het tweede punt buiten den bol, dan is de eerste hoek scherp, de tweede stomp te nemen; dus is de eerste 0 en de tweede π.

Dus:

$$V = \frac{E}{R} - \frac{E\,a}{R'.\, OB}.$$

Deze vergelijking drukt een zeer bekende stelling uit, die de grondslag is geweest van de theorie der elektrische beelden. Ligt het tweede punt binnen den bol, dan is de eerste hoek gelijk π en de tweede 0, dus:

$$V = 0.$$

Liggen beide punten binnen het bolopperv1ak, dan is wederom de eerste hoek 0 en de tweede π en:

$$V = \frac{E}{R} - \frac{E\,a}{R'.\, OB}.$$

Door de arctangenten in reeksen te ontwikkelen, zou-

den wij weder, evenals in § 5, den invloed kunnen vinden van een kleine cirkelvormige opening in een bolopper-vlak, of van een geringe kromming eener plaat op GREEN's functie.

De dichtheid op verschillende punten der kom zou kunnen gevonden worden door differentiatie van (17); gemakkelijker evenwel wordt deze dichtheid gevonden door inversie van (7), wat reeds door THOMSON in de meermalen geciteerde verhandeling gedaan is.

De totale hoeveelheid der geïnduceerde elektriciteit hebben wij reeds in verg. (6) aangegeven.

Ik heb getracht voor een enkel geval een teekening te maken van het elektrische veld, zooals MAXWELL er eenige leverde. Daartoe koos ik het geval van een plaat geïnduceerd door een punt in haar eigen vlak; ligt dan het punt waarvoor wij de potentiaal zoeken ook in dat vlak, dan wordt:

$$\varphi = \psi = \alpha = 0$$

en:

$$V = \frac{E}{R} - \frac{2E}{\pi}\left\{\frac{1}{R} \; arctg. \; \frac{cR}{st}\right\}$$

waarin de hoek scherp te nemen is.

s en *t* zijn de raaklijnen uit de beide punten naar den omtrek der plaat getrokken. Maar de teekening geleek zoo veel op die, welke in MAXWELL (Fig. II) gevonden wordt, dat ik het overbodig vondt haar te reproduceeren. Het eenige onderscheid is hierin gelegen, dat de lijnen van constante potentiaal in de buurt van de plaat veel dichter opeen liggen, dan zij in MAXWELL's figuur in de nabijheid van den bol doen; dit was ook te verwachten.

§ 12. Ten slotte zal ik de ontwikkeling in bolfunctiën aangeven van de potentiaal in de nabijheid der geïsoleerde kom.

Deze ontwikkeling is hierin eigenaardig, dat zij tevens de reeks is, die wij verkrijgen, wanneer wij de potentiaal-

functie in een reeks van FOURRIER, met α als argument, ontwikkelen. Zij is deze:

$$\left.\begin{array}{l} \text{voor } r<a \;\; V'=\dfrac{V_0}{\pi}\sum\limits_{n=0}^{n=\infty}\left(\dfrac{r}{a}\right)^n\left[\dfrac{\sin n\alpha}{n}+\dfrac{\sin (n+1)\alpha}{n+1}\right]Q_n(\vartheta) \\ \text{voor } r>a \;\; V=\dfrac{V_0}{\pi}\sum\limits_{n=0}^{n=\infty}\left(\dfrac{a}{r}\right)^{n+1}\left[\dfrac{\sin n\alpha}{n}+\dfrac{\sin(n+1)\alpha}{n+1}\right]Q_n(\vartheta) \end{array}\right\} .(18)$$

r en ϑ zijn poolcoördinaten met het middelpunt des bols als oorsprong, en zoo gekozen, dat voor het midden der kom $\vartheta = 0$. Voor haar rand is $\vartheta = \alpha$. Q_n is de n^{de} term der ontwikkeling van: $(1 + x^2 - 2\, x \cos \vartheta)^{-\frac{1}{2}}$ naar opklimmende machten van x, dus een »zonal harmonic".

Liever, dan (2) in deze reeks te ontwikkelen, zal ik laten zien, dat de door de beide vergelijkingen (18) voorgestelde functie aan de volgende voorwaarde voldoet:

1⁰. $\Delta^2 V' = o, \quad \Delta^2 V = o;$

2⁰. voor $r = a, \quad \vartheta < \alpha, \quad V' = V = V_0;$

3⁰. voor $r = a, \quad \vartheta > \alpha, \quad V' = V;$

4⁰. voor $r = a, \quad \vartheta > \alpha, \quad \left(\dfrac{\partial V'}{\partial r}\right) = \left(\dfrac{\partial V}{\partial r}\right).$

Daar iedere term der reeksen een bolfunctie is, is:

$$\Delta^2 V = o, \qquad \Delta^2 V' = o.$$

Om te doen zien, dat ook aan de overige voorwaarden voldaan is, gaan wij uit van de functie: $(1 + z^2 - 2\, z \cos. \vartheta)^{-\frac{1}{2}}$, waarin z een complexe veranderlijke voorstelt. Deze functie heeft twee ondoorloopendheidspunten, n. l. $z = e^{\pm i\vartheta}$, welker moduli gelijk aan de eenheid zijn.

Dus:

$$(1 + M^2 e^{2i\alpha} - 2\, M e^{i\alpha} \cos \vartheta)^{-\frac{1}{2}} = \Sigma\, M^n e^{n i \alpha} Q_n$$
voor $M < 1$.

Maar voor $M > 1$ kan naar de machten van $\frac{1}{M}$ ontwikkeld worden; dan vindt men:

$$(1 + M^2 e^{2i\alpha} - 2 M^2 e^{i\alpha} \cos \vartheta)^{-\frac{1}{2}} = \frac{1}{M} \Sigma \left(\frac{1}{M}\right)^n e^{ni\alpha} Q_n$$

voor $M > 1$.

Daar nu de functie doorloopend is voor $M = 1$, mits slechts $\vartheta \gtrless \alpha$, en de beide ontwikkelingen voor $M = 1$ identiek worden, moet de reeks ook gelden voor $M = 1$, en dus:

$$(1 + e^{2i\alpha} - 2 e^{i\alpha} \cos \vartheta)^{-\frac{1}{2}} = \sum_0^\infty e^{ni\alpha} Q_n .$$

Hieruit volgen de beide ontwikkelingen:

$$\frac{\cos\frac{\alpha}{2} - i \sin\frac{\alpha}{2}}{\sqrt{\cos^2\frac{\alpha}{2} - \cos^2\frac{\vartheta}{2}}} = \sum_0^\infty e^{ni\alpha} Q_n$$

$$\frac{\cos\frac{\alpha}{2} + i \sin\frac{\alpha}{2}}{\sqrt{\cos^2\frac{\alpha}{2} - \cos^2\frac{\vartheta}{2}}} = \sum_0^\infty e^{(n+1)i\alpha} Q_n$$

Bij het splitsen van de reëele en imaginaire deelen moet onderscheid gemaakt worden tusschen de gevallen $\vartheta < \alpha$ en $\vartheta > \alpha$.

Men vindt:

voor $\vartheta < \alpha$

$$a) \quad \sum_0^\infty Q_n \cos n\alpha = \frac{\sin\frac{\alpha}{2}}{2\sqrt{\cos^2\frac{\vartheta}{2} - \cos^2\frac{\alpha}{2}}}$$

$$b)\quad \Sigma\, Q_n \sin n\alpha = \frac{\cos\frac{\alpha}{2}}{2\sqrt{\cos^2\frac{\vartheta}{2} - \cos^2\frac{\alpha}{2}}}$$

$$c)\quad \Sigma\, Q_n \cos(n+1)\alpha = \frac{-\sin\frac{\alpha}{2}}{2\sqrt{\cos^2\frac{\vartheta}{2} - \cos^2\frac{\alpha}{2}}}$$

$$d)\quad \Sigma\, Q_n \sin(n+1)\alpha = \frac{\cos\frac{\alpha}{2}}{2\sqrt{\cos^2\frac{\vartheta}{2} - \cos^2\frac{\alpha}{2}}}$$

voor $\vartheta > \alpha$:

$$a')\quad \Sigma\, Q_n \cos n\alpha = \frac{\cos\frac{\alpha}{2}}{2\sqrt{\sin^2\frac{\vartheta}{2} - \sin^2\frac{\alpha}{2}}}$$

$$b')\quad \Sigma\, Q_n \sin n\alpha = \frac{-\sin\frac{\alpha}{2}}{2\sqrt{\sin^2\frac{\vartheta}{2} - \sin^2\frac{\alpha}{2}}}$$

$$c')\quad \Sigma\, Q_n \cos(n+1)\alpha = \frac{\cos\frac{\alpha}{2}}{2\sqrt{\sin^2\frac{\vartheta}{2} - \sin^2\frac{\alpha}{2}}}$$

$$d')\quad \Sigma\, Q_n \sin(n+1)\alpha = \frac{\sin\frac{\alpha}{2}}{2\sqrt{\sin^2\frac{\vartheta}{2} - \sin^2\frac{\alpha}{2}}}$$

Door integratie van *a*) en *c*) tusschen de grenzen o en α en van *a'*) en *c'*) tusschen α en π wordt nog gevonden:

voor $\vartheta < \alpha$:

$$e)\quad \sum_0^\infty Q_n \frac{\sin n\alpha}{n} = \arccos.\left(\frac{\cos\frac{1}{2}\alpha}{\cos\frac{1}{2}\vartheta}\right) + \frac{\pi}{2}$$

$$f)\quad \sum_0^\infty Q_n \frac{\sin(n+1)\alpha}{n+1} = -\arccos.\left(\frac{\cos\frac{1}{2}\alpha}{\cos\frac{1}{2}\vartheta}\right) + \frac{\pi}{2}.$$

Voor $\vartheta > \alpha$:

$$\sum_0^\infty Q_n \frac{\sin n\alpha}{n} = \sum_0^\infty \frac{\sin(n+1)\alpha}{n+1} = \arcsin.\left(\frac{\sin\frac{1}{2}a}{\sin\frac{1}{2}\vartheta}\right) \ldots (e' \text{ en } f');$$

alle bogen zijn genomen tusschen 0 en $\frac{\pi}{2}$.

Door optelling van (e) en (f) is dadelijk het sub 2 gestelde bewezen, n.l. dat:

$$V = V' = V_0 \text{ voor } \vartheta < \alpha,\ r = a.$$

Door differentiatie der reeksen volgt verder:

$$\left(\frac{\partial V'}{\partial r}\right)_{r=a} = \frac{V_0}{\pi a}\sum_0^\infty \left[\sin n\alpha + \sin(n+1)\alpha - \frac{\sin(n+1)\alpha}{n+1}\right]Q_n$$

$$\left(\frac{\partial V}{\partial r}\right)_{r=a} = \frac{V_0}{\pi a}\sum_0^\infty \left[\sin n\alpha + \sin(n+1)\alpha - \frac{\sin n\alpha}{n}\right]Q_n$$

Dus voor $\vartheta > \alpha$:

$$\left(\frac{\partial V}{\partial r}\right) = \left(\frac{\partial V'}{\partial r}\right) = -\frac{V_0}{\pi a}\arcsin.\left(\frac{\sin\frac{1}{2}\alpha}{\sin\frac{1}{2}\vartheta}\right)$$

waardoor het sub 4 gestelde bewezen is.

Dat voor $r = a$ $V = V'$, en dat daarenboven voor $r = \infty$ $V = 0$, wordt onmiddellijk ingezien.

Hiermede is nu bewezen, dat de functie, door de beide reeksen voorgesteld, voldoet aan alle voorwaarden, waaraan de potentiaalfunctie moet voldoen in de nabijheid van een tot de potentiaal V_0 geladen bolvormige kom.

Wij vinden nog voor $\vartheta < \alpha$:

$$\sigma' = -\frac{1}{4\pi}\left(\frac{\partial V'}{\partial r}\right)^{r=a} =$$

$$= \frac{V_0}{4\,a\pi^2}\left\{\frac{\cos\frac{\alpha}{2}}{\sqrt{\cos^2\frac{\vartheta}{2} - \cos^2\frac{\alpha}{2}}} + \operatorname{arccos.}\left(\frac{\cos\frac{\alpha}{2}}{\cos\frac{\vartheta}{2}}\right) - \frac{\pi}{2}\right\}$$

$$\sigma = -\frac{1}{4\pi}\left(\frac{\partial V}{\partial r}\right)^{r=a} =$$

$$= \frac{V_0}{4\,a\pi^2}\left\{\frac{\cos\frac{\alpha}{2}}{\sqrt{\cos^2\frac{\vartheta}{2} - \cos^2\frac{\alpha}{2}}} + \operatorname{arccos.}\left(\frac{\cos\frac{\alpha}{2}}{\cos\frac{\vartheta}{2}}\right) + \frac{\pi}{2}\right\}.$$

Dit zijn weder THOMSON's uitdrukkingen voor de dichtheid op de kom in een eenigzins gewijzigden vorm; door in plaats van de halve hoeken de geheele hoeken in te voeren, komt THOMSON's vorm onveranderd te voorschijn.

Zijn formule is daarmede op nieuw bewezen zonder van de theorie der beelden gebruik te maken.

Door sommatie der reeksen (18) heb ik de formule (2) afgeleid, die een zoo eenvoudige beteekenis bleek te hebben, dat ik haar als grondformule aan het hoofd van dit opstel plaatste.

Fig 1.

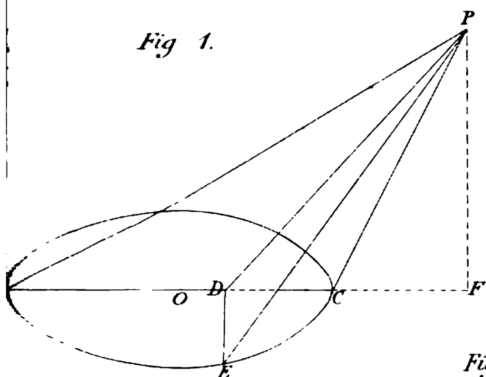


Fig: 2.

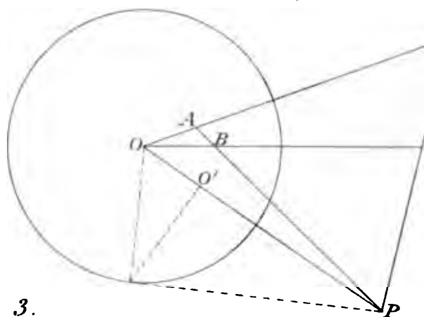


Fig: 3.

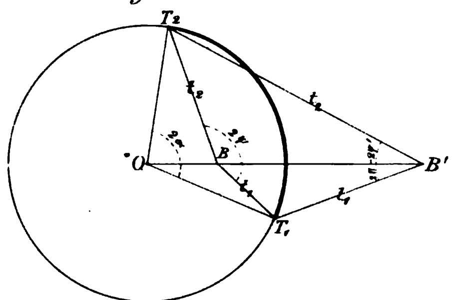


Fig: 4.

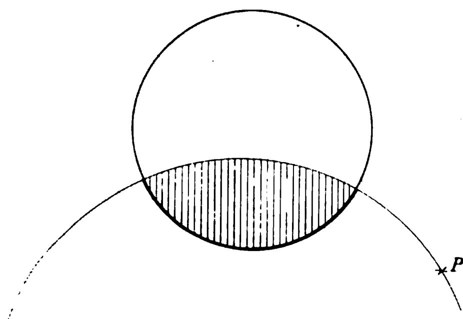


Fig: 5.

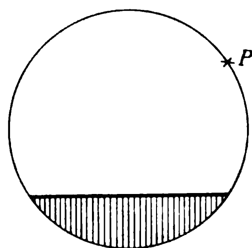
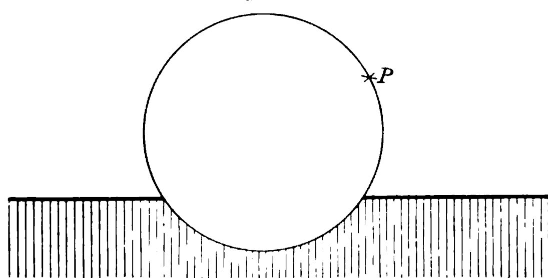


Fig: 6.



Lith. Gebr. Reimeringer. Amst.

OVER DEN INVLOED,

DIEN DE BEWEGING DER AARDE

OP DE

LICHTVERSCHIJNSELEN UITOEFENT.

DOOR

H. A. LORENTZ.

§ 1. Het verschijnsel der aberratie van het licht, dat men uit de emissietheorie aanstonds zou kunnen voorspellen, vindt in de undulatietheorie veel minder gereedelijk eene verklaring. Terwijl toch in de eerste theorie de beweging der door een hemellichaam uitgezonden lichtdeeltjes onafhankelijk is van de beweging der aarde, rijst bij de tweede de vraag, of de middenstof, waarin zich de lichttrillingen voortplanten, in de nabijheid der aarde in rust is of niet; de theorie heeft uit te maken, of bij de verschillende hieromtrent mogelijke opvattingen eene verklaring van de aberratie en van andere daarmede samenhangende verschijnselen kan gegeven worden. Zooveel is terstond zeker, dat die verklaring bij de eene opvatting anders zal uitvallen dan bij de andere en dit gevoelt men ook onmiddellijk, dat de vraag naar het verband tusschen de beweging van den aether en die der aarde van het hoogste belang is voor onze natuurkennis. Meer dan ooit is zij dit thans, nu wij reden hebben om aan te nemen, dat dezelfde middenstof, waarin zich het licht voortplant, ook eene rol speelt bij

andere, met name bij de electrische en magnetische verschijnselen.

§ 2. Gelijk men weet werd door Fresnel *) aangenomen, dat de aether nabij de aarde niet in de beweging dezer laatste deelt, zoodat de van eene ster afkomstige lichttrillingen zich tot aan het oppervlak der aarde voortplanten, zonder eenigen invloed van hare beweging te ondervinden. In Fig. 1 zij SA de richting, in welke de lichtbeweging van de ster S tot ons komt; loodrecht daarop zij een ondoorschijnend scherm V_1 met de opening $a_1 b_1$ geplaatst. Dit scherm neme aan de beweging der aarde deel, die wij ons zullen voorstellen, in de figuur van links naar rechts te geschieden; achter het scherm bevinde zich weêr stilstaande aether. Al de punten der opening worden op hetzelfde oogenblik door eene van S afkomstige evenwichtsverstoring getroffen; zij worden dan volgens het beginsel van Huygens voor den achter V_1 gelegen aether nieuwe middelpunten van trilling en de lichtbeweging in elk punt van dezen laatsten is het resultaat der interferentie van de bewegingen, die van de verschillende elementen der opening afkomstig zijn. In de theorie der buigingsverschijnselen wordt geleerd, dat, wanneer het scherm stilstaat, daarachter eene merkbare evenwichtsverstoring alleen optreedt binnen den cilinder, die $a_1 b_1$ tot grondvlak heeft, en waarvan de beschrijvende lijnen $a_1 c$ evenwijdig aan SA loopen, althans wanneer, zooals ik onderstellen zal, de breedte der opening zeer groot is in vergelijking met de golflengte.

Fig. 1.

Wanneer het scherm zich beweegt wordt de zaak iets anders. Een punt P achter het scherm ontvangt op den tijd

*) *Ann. de Chim. et de Phys.* t. 9, p. 57. [*Oeuvres complètes*, II, p. 627].

t lichtbeweging van alle punten van het vlak V_1, die op het oogenblik, toen zij die beweging naar P moesten uitzenden, in de bewegelijke opening lagen. De verschillende punten van het vlak zijn echter op ongelijke afstanden van P gelegen en dientengevolge beslaan de deelen van dat vlak, waaraan P zijne beweging te danken heeft, eene uitgestrektheid, die niet geheel met de breedte der opening samenvalt. Wanneer b. v. het scherm den in de figuur aangegeven stand had op het oogenblik, toen de lichtbeweging, die op den tijd t in P zal komen, van a_1 uitging, dan zal op het latere oogenblik, waarop van het meest rechts gelegen element der opening eene trilling moet uitgaan, om op den tijd t het punt P te bereiken, het scherm iets verplaatst zijn, zoodat de rand b_1 b. v. in b'_1 is gekomen. Het punt P ontvangt derhalve op den tijd t dezelfde lichtbeweging als wanneer het scherm stilstond, maar de opening de breedte $a_1 b'_1$ had. Uit het boven omtrent de diffractie door eene stilstaande opening herinnerde volgt dan, dat de evenwichtsverstoring in P al of niet merkbaar zal zijn, naarmate de hoek $a_1 b'_1 P$ scherp of stomp is (ik onderstel, dat die hoek niet zooveel kleiner dan 90^0 is, dat het punt P aan de linkerzijde van den doorgelaten lichtbundel ligt). P ligt derhalve juist op de grens van licht en donker, wanneer de uit P op het vlak V_1 neergelaten loodlijn juist het punt treft, waar de rechterrand der opening zich bevond op een tijdstip, dat door $t - \frac{l}{A}$ kan worden aangeduid, wanneer l de lengte dier loodlijn en A de voortplantingssnelheid van het licht is. Eene dergelijke voorwaarde geldt voor den anderen rand van den lichtbundel.

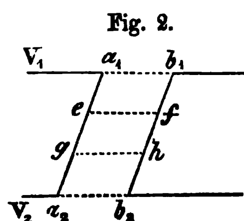
Zij nu V_2 een tweede scherm met de aan $a_1 b_1$ gelijke opening $a_2 b_2$ en trachten wij dit zoo te plaatsen, dat de geheele lichtbeweging, die door $a_1 b_1$ wordt doorgelaten, in $a_2 b_2$ wordt opgevangen. Zij L de afstand van de beide schermen. Dan moet op den tijd t de opening $a_2 b_2$ zoo staan, dat de uit hare randen op V_1 neergelaten loodlijnen de randen van $a_1 b_1$ treffen, zooals die stonden op het oogenblik $t - \frac{L}{A}$. Daar-

uit volgt, dat op een zelfde tijdstip de openingen ten opzichte van elkander moeten staan, zooals dat in Fig. 1 is aangewezen, waarbij $tg\ a_2 a_1 c = \frac{g}{A}$ is, indien g de snelheid is, waarmede het scherm van links naar rechts wordt voortbewogen.

Men komt aldus bij de onderstelling van den stilstaanden aether tot de bekende elementaire verklaring der aberratie terug.

Wanneer wij ons voorstellen, dat de geheele figuur met de aarde voortgaat, dan hebben de openingen $a_1 b_1$, $a_2 b_2$ steeds den in Fig. 2 aangegeven stand. De evenwichtsverstoring, die op zeker oogenblik door $a_1 b_1$ wordt doorgelaten, wordt dan achtereenvolgens gevonden in de doorsneden ef, gh, enz. van den scheeven cilinder $a_1\ b_1\ a_2\ b_2$. Deze cilinder bepaalt dus de relatieve beweging der evenwichtsverstoring ten opzichte van de aarde; wij kunnen hem den relatieven lichtbundel en zijne begrenzende lijnen, zooals $a_1\ a_2$ en $b_1\ b_2$ relatieve lichtstralen noemen.

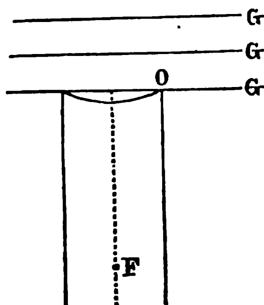
Fig. 2.



§ 3. De hypothese van Fresnel zou, blijkens de vorige §, onmiddellijk van de waargenomen aberratie rekenschap geven, wanneer wij de plaats der hemellichamen bepaalden met behulp van twee achter elkander geplaatste ondoorschijnende schermen met kleine openingen, of van eenige andere vizierinrichting. Wij maken echter van kijkers gebruik en om ook nu tot eene verklaring te komen hebben wij verdere beschouwingen noodig.

Men kan namelijk gemakkelijk aantoonen, dat, wanneer de kijker in zijn geheel, met elke stof, die erin aanwezig is, hetzij in de kijkerbuis, hetzij in het glas der lenzen, aan de beweging der aarde deelneemt, eene aberratie, zooals wij die waarnemen, niet bestaan kan, ook al wordt voor den aether buiten den kijker de onderstelling van Fresnel aangenomen. Om dit te doen zien onderstel ik gemakshalve

Fig. 3.



(Fig. 3), dat het objectief *O* van den kijker aan de voorzijde door een plat vlak begrensd is. Wanneer in den kijker alles in relatieve rust is, zal de lichtbeweging daarbinnen geheel bepaald zijn, zoodra men de evenwichtsverstoringen kent, die dat voorvlak van buiten ontvangt; worden voortdurend alle punten daarvan door evenwichtsverstoringen van dezelfde phase aangedaan, dan zal steeds de lichtbeweging in het hoofdbrandpunt *F* van het objectief geconcentreerd worden.

Onderstellen wij nu, dat de as van den kijker op de werkelijke plaats eener ster gericht is en dat de kijker zich met de aarde in eene richting loodrecht op die as verplaatst. Dan zijn de lichtgolven *G*, die de ster naar den kijker zendt, evenwijdig aan het voorvlak van *O*, zoodat inderdaad de phase langs dat vlak overal dezelfde is; dat het, van links naar rechts b. v., langs de golven heenstrijkt verandert hieraan niets. Het beeld der ster zal derhalve in *F* gevormd moeten worden, op dezelfde wijze als wanneer de kijker stilstaat. Feitelijk echter ontstaat het op eenigen afstand zijdelings van *F*.

Men is dus wel genoodzaakt, zelfs in dit zeer eenvoudige geval, de onderstelling te laten varen, dat *alles*, wat in den kijker bevat is, aan de beweging der aarde deelneemt. De hypothese, die noodig is, om ook thans de waargenomen aberratie te verklaren, werd reeds door Fresnel opgesteld. Zij komt hierop neer, dat de vrije aether, die tusschen de moleculen van eenig lichaam aanwezig is, b. v. in het glas, waaruit de lenzen van het objectief bestaan, niet in de beweging, welke de ponderabele stof met de aarde uitvoert, deelt, en dat dientengevolge, wanneer zich in eene ponderabele stof lichtgolven voortplanten, deze, behalve hunne voortplantingssnelheid met betrekking tot die stof, slechts voor een deel de snelheid verkrijgen, waarmede de pondera-

bele moleculen voortgaan. De breuk, die het laatstgenoemde deel bepaalt, FRESNEL'S *meësleepings-coëfficiënt*, is $\frac{n^2-1}{n^2}$, wanneer n de absolute brekingsindex van het stilstaande medium is.

Het is eigenlijk alleen deze laatste onderstelling omtrent de mate, waarin de lichtgolven aan de beweging der ponderabele stof deelnemen, die noodzakelijk is om de aberratie bij de waarneming met een kijker te verklaren; FRESNEL leidt echter die hypothese af uit de eerstgenoemde over het gedrag van den vrijen tusschen de ponderabele moleculen aanwezigen aether. Dit is in elk geval zeker, dat alleen dan de lichtgolven niet geheel de beweging der ponderabele stof mede zullen uitvoeren, wanneer er in een doorschijnend lichaam iets is, dat die beweging niet of slechts ten deele bezit. Trouwens de volkomen doordringbaarheid der lichamen voor den aether ligt reeds opgesloten in de grondstelling der geheele theorie van FRESNEL; alleen wanneer voor de geheele aarde die doordringbaarheid wordt aangenomen kan men zich voorstellen, dat tot in de onmiddellijke nabijheid van het aardoppervlak de aether in rust is.

FRESNEL maakte van de boven medegedeelde waarde van den meësleepings-coëfficiënt in de eerste plaats gebruik, om eene verklaring te geven van de proef van ARAGO, waarbij het bleek, dat, wanneer men het van eene ster afkomstige licht door een prisma laat gaan, de relatieve lichtstralen (§ 2) volgens de gewone wetten van SNELLIUS gebroken worden, zoodat alles geschiedt, alsof de aarde stilstond en die relatieve stralen absolute waren. Verder merkte FRESNEL nog op, dat, zoodra de meësleepings-coëfficiënt de waarde $1-\frac{1}{n^2}$ heeft, de waargenomen aberratie niet gewijzigd wordt, wanneer men de buis van den kijker met deze of gene vloeistof vult (proef van BOSCOVICH).

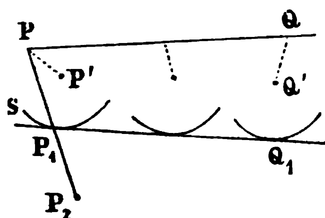
Na FRESNEL hebben verschillende onderzoekers de gevolgen, waartoe zijne onderstellingen leiden, verder ontwikkeld, en met sommige waarnemingen vergeleken. Ik

noem slechts STOKES *), HOEK †), VELTMANN §) en KETTELER **).

§ 4. Ofschoon STOKES de theorie van FRESNEL verder heeft helpen uitwerken, kwam hem toch de grondstelling dier theorie zoo weinig aannemelijk voor, dat hij naging, of men ook niet de aberratie verklaren kan, wanneer men onderstelt, dat de aether in de nabijheid der aarde door deze wordt medegevoerd. In zijne eerste verhandeling ††) over het verschijnsel kwam hij tot de uitkomst, dat dit werkelijk mogelijk is, wanneer slechts wordt aangenomen, dat er bij de beweging van den aether een snelheidspotentiaal bestaat.

STOKES merkt nl. op, dat door de beweging van den aether eene draaiing van de door een hemellichaam uitgezonden lichtgolven moet plaats hebben. Inderdaad, zij voor de van eene ster afkomstige lichtbeweging op een tijdstip t, waarop zij reeds in de ruimte is doorgedrongen, waar de aether door de aarde in beweging gebracht wordt, PQ (Fig. 4) het golffront. Om dan het golffront op den tijd $t + dt$ te leeren kennen moeten wij van het beginsel van HUYGENS gebruik maken. Wanneer A weer de snelheid is, waarmede het licht zich in den stilstaanden aether voortplant, dan zou, wanneer wij van de

Fig. 4.



*) *Phil. Mag.*, Vol. 28, p. 76 (1846); *Mathem. and Physical Papers*, I, p. 141.

†) *Astr. Nachr.* Bd. 54, p. 145 (1860); *Recherches astron. de l'Obs. d'Utrecht*, 1re livraison (1861).

§) *Astr. Nachr.* Bd. 75, p 145; Bd. 76, p. 129 (1870); POGG. *Ann.* Bd. 150, p. 497 (1873).

**) Verscheidene verhandelingen, die in POGG. *Ann.* Bd. 144, 146 en 147, (1871—1873) verschenen, werden naderhand vereenigd in KETTELER, *Astr. Undulationstheorie* (1873).

††) *Phil. Mag.* Vol. 27, p. 9, *Papers*, I, p. 134.

stroomende bewegingen mochten afzien, gedurende den tijd dt rondom een der punten P van PQ een bolvormige elementaire golf met P tot middelpunt en met den straal $A\,dt$ zijn gevormd. Thans echter beweegt zich de aether. Hoe die beweging ook van punt tot punt moge veranderen, steeds zal in de oneindig kleine ruimte, binnen welke zich gedurende den tijd dt de trillingen van P uit voortplanten, de stroomsnelheid als overal even groot en gelijk gericht beschouwd mogen worden. Dan echter hebben wij ons voor te stellen, dat, terwijl de evenwichtsverstoring zich rondom P in een bol uitbreidt, tevens die geheele bol zich met den aether, waarin hij zich vormt, verplaatst. De elementaire golf wordt dus thans (wanneer wij aannemen, dat de figuur zelf in de ruimte rust) de bol S, die met den straal $A\,dt$ om P' als middelpunt beschreven is; daarbij is PP' de weg, die door den eerst in P aanwezigen aether in den tijd dt wordt afgelegd.

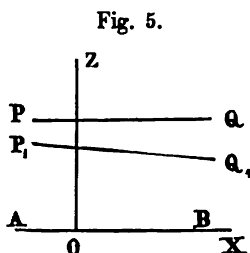
Op dezelfde wijze construeere men de elementaire golven voor de andere punten Q, enz. van het golffront PQ; het omhullende oppervlak $P_1\,Q_1$ van al de oneindig kleine bollen is dan het golffront op den tijd $t + dt$.

Dit golffront zal in den regel gebogen zijn, ook al was PQ nog plat, maar bij de uitgestrektheden, die men er van te beschouwen heeft, zullen wij van die kromming kunnen afzien en slechts op de richting behoeven te letten. Deze zou dezelfde zijn als die van PQ, wanneer over de geheele uitgestrektheid van het golffront de stroomsnelheid van den aether dezelfde richting en grootte had, wanneer dus PP' en QQ' gelijk en evenwijdig waren. Zoodra dat niet het geval is, is het golffront gedraaid en bij zijn verderen voortgang zal het gedurende elk tijdselement eene nieuwe dergelijke draaiing ondergaan. Het bereikt derhalve ten slotte het aardoppervlak met eene andere richting dan het bezat, toen het zich nog in den stilstaanden aether buiten den invloed der aarde voortbewoog. Wanneer nu nabij het aardoppervlak de aether dezelfde beweging heeft als dit laatste, wanneer dus in de ruimte, waar onze waarnemings-instrumenten zijn opgesteld, alles in relatieve rust

is, zullen wij aan het aankomende licht de richting toeschrijven, loodrecht op het golffront, zooals dat in die ruimte gericht is, en die richting zal van die, waarin de ster zich werkelijk bevindt, afwijken.

§ 5. Zal nu deze afwijking met de werkelijk bestaande aberratie overeenstemmen, dan is de onderstelling noodzakelijk, dat bij de beweging van den aether de snelheidscomponenten u, v, w als de partieele differentiaalquotienten eener zelfde functie naar de coördinaten x, y, z kunnen worden opgevat. Beschouwen wij, om dit te doen zien, een zoo klein deel AB (Fig. 5) van het oppervlak der aarde, dat het als plat mag aangenomen worden; onderstellen wij, dat de snelheid, waarmede de aarde zich beweegt, langs dat oppervlak gericht is, en kiezen wij de x-as in die richting. Dan zullen wij naar de opvatting van STOKES moeten aannemen, dat ook de aether nabij AB eene even groote snelheid u evenwijdig aan de x-as bezit. Met deze snelheid hangt de waargenomen aberratie samen, of, dit kan men ook zeggen, met het verschil der waarden van u nabij het aardoppervlak en op grooten afstand daarvan, een verschil, dat, wanneer wij de z-as kiezen, zooals in de figuur, door de waarden van het differentiaalquotient $\frac{\partial u}{\partial z}$ in verschillende punten bepaald wordt. Daarentegen ontstaat de boven besproken draaiing van een golffront PQ, waardoor het b. v. den stand $P_1 Q_1$ aanneemt, door de ongelijke snelheden volgens de normaal op het golffront, die in verschillende punten daarvan bestaan. Wanneer de golven eerst volkomen en naderhand, nadat zij reeds eenige draaiing ondergaan hebben, nog nagenoeg loodrecht op de z-as staan, hangt die draaiing van de waarden van $\frac{\partial w}{\partial x}$ af en de redeneering van STOKES zal slechts dan tot de werkelijke aberratie leiden, wanneer er eenig verband is tusschen de differentiaal-

Fig. 5.



quotienten $\frac{\partial u}{\partial z}$ en $\frac{\partial w}{\partial x}$. En dit is het geval, wanneer er een snelheids-potentiaal bestaat; de twee uitdrukkingen zijn dan aan elkander gelijk.

Stokes bewijst nu dat, zoodra $u\,dx + v\,dy + w\,dz$ een volledige differentiaal is, in alle gevallen de in § 4 beschouwde draaiing van het golffront eene aberratie ten gevolge heeft, zooals die wordt waargenomen.

§ 6. Intusschen moet daarbij worden aangenomen, dat de aether nabij het aardoppervlak volkomen in snelheid met de aarde overeenstemt. Deze voorwaarde is echter met het bestaan van een snelheidspotentiaal in strijd.

In de hydrodynamica wordt nl. geleerd, dat de beweging eener onsamendrukbare vloeistof, die zich rondom een gesloten oppervlak tot in het oneindige uitstrekt, geheel bepaald is, wanneer men weet, dat er een snelheidspotentiaal is, en wanneer bovendien in elk punt van dat oppervlak de snelheid in de richting der normaal is gegeven, terwijl op oneindigen afstand de snelheid 0 moet zijn. Deze stelling kunnen wij op de beweging van den aether rondom de aarde toepassen, ook zonder daarmede nog aan den aether eenige eigenschap der gewone vloeistoffen toe te kennen, want de stelling is van zuiver cynematischen aard; alleen de onsamendrukbaarheid van den aether nemen wij aan, maar dit doet feitelijk elke theorie.

Wanneer wij dus den eisch stellen, dat de aether een snelheidspotentiaal bezit en dat overal aan het oppervlak der aarde de snelheidscomponenten van den aether en van de aarde in de richting der normaal dezelfde zijn, hebben wij de beweging van den aether reeds geheel bepaald. Maar in tangentiale richting zal de snelheid van den aether dan niet met die der aarde overeenstemmen.

Fig. 6.

Beschouwen wij de aarde als een bol met den straal R, (Fig. 6), onderstellen wij, dat zij met de snelheid g in de richting der x-as voortgaat, kiezen wij het middelpunt tot

oorsprong van coördinaten, en verstaan wij onder r den afstand van een punt buiten den bol tot het middelpunt, dan moeten, opdat aan de twee straks gestelde eischen voldaan zal zijn, in dat punt de snelheden:

$$u=\frac{1}{2}R^3 g\frac{\partial^2\left(\frac{1}{r}\right)}{\partial x^2},\quad v=\frac{1}{2}R^3 g\frac{\partial^2\left(\frac{1}{r}\right)}{\partial x\,\partial y},\quad w=\frac{1}{2}R^3 g\frac{\partial^2\left(\frac{1}{r}\right)}{\partial x\,\partial z}$$

bestaan. Deze bewegingstoestand is natuurlijk symmetrisch rondom de x-as; bepaalt men zich tot hetgeen er in het $x\,y$-vlak geschiedt, dan is $w = 0$, en als men den hoek, dien r met $O\,X$ vormt, ϑ noemt:

$$u = \frac{1}{2}\,\frac{R^3}{r^3}\,g\,(3\cos^2\vartheta - 1)\,,\qquad v = \frac{3}{2}\,\frac{R^3}{r^3}\,g\sin\vartheta\cos\vartheta\,,$$

dus aan het oppervlak der aarde

$$u = \frac{1}{2}\,g\,(3\cos^2\vartheta - 1)\,,\qquad v = \frac{3}{2}\,g\sin\vartheta\cos\vartheta.$$

Men vindt daaruit gemakkelijk, dat de aether in eenig punt A ten opzichte van de aarde eene relatieve snelheid in de richting $A\,B$ zou hebben, waarvan de grootte is:

$$\frac{3}{2}\,g\sin\vartheta.$$

Wij kunnen de vraag laten rusten, of de hier beschouwde bewegingstoestand stabiel zal zijn *); dit is wel zeker, dat, wanneer de aether zich zoo beweegt, dat er een snelheidspotentiaal bestaat, aan de meeste punten der aarde een aanmerkelijke aetherstrooming langs haar oppervlak moet

*) Vergelijk STOKES, *Phil. Mag.* Vol. 29, p. 6 [*Papers*, I, p. 153] en Vol. 32, p. 343 [*Papers*, II, p. 8].

optreden, het sterkst in de punten van den grooten cirkel, waarvan het vlak loodrecht op de bewegingsrichting der aarde staat. Was nu bij alle waarnemingen het objectief van den kijker door de wanden van het vertrek tegen die strooming beschut, dan zou nog de verklaring van STOKES kunnen worden toegelaten. Maar dit zal men bezwaarlijk kunnen aannemen.

Natuurlijk zijn er tallooze bewegingstoestanden in den aether denkbaar, waarbij aan het aardoppervlak de gewenschte overeenstemming der snelheden geheel bestaat. Een dergelijke toestand is b. v. die, welke wordt voorgesteld door de vergelijkingen:

$$u = \frac{3}{4} R g \, . \, \frac{x^2 + r^2}{r^3} - \frac{1}{4} R^3 g \, . \, \frac{3 x^2 - r^2}{r^5},$$

$$v = \frac{3}{4} R g x y \, . \, \frac{r^2 - R^2}{r^5}, \quad w = \frac{3}{4} R g x z \, . \, \frac{r^2 - R^2}{r^5},$$

en die ontstaan zou, wanneer de aether eene vloeistof met wrijving was (hoe klein dan ook de wrijvingscoëfficiënt ware), die langs het oppervlak der aarde niet glijden kan.

Om nu te doen zien, hoe bij eene dergelijke beweging van den aether het gemis van een snelheidspotentiaal eene verklaring van de aberratie geheel zou doen mislukken, hebben wij slechts eene platte golf G (Fig. 6) te beschouwen, die aanvankelijk loodrecht op de y-as staat en zich langs die as naar de aarde voortplant. De aberratie naar de theorie van STOKES zou dan evenredig zijn met de integraal

$$\int_R^\infty \frac{\partial v}{\partial x} \, d y,$$

langs de y-as genomen, de waargenomen aberratie daarentegen is evenredig met

$$\int_R^\infty \frac{\partial u}{\partial y} \, d y.$$

Voor de eerste integraal vindt men echter $+ \frac{1}{2} g$, terwijl de tweede de waarde $- g$ heeft.

Stokes heeft nog getracht, de moeilijkheid, die erin gelegen is, het bestaan van een snelheidspotentiaal te vereenigen met de relatieve rust van de aarde en den omringenden aether te overwinnen door aan den dampkring een invloed op de beweging van den aether toe te kennen.

Na de gronden uiteengezet te hebben, op welke men zou kunnen aannemen, dat bij de aetherbeweging een snelheidspotentiaal bestaat, gaat hij aldus voort *):

»It appears then, from these views of the constitution of the ether, that:

$$u\,dx + v\,dy + w\,dz \quad \ldots\ldots\ldots \quad (a)$$

must be an exact differential, if it be not prevented from being so by the action of the air on the ether. We know too little about the mutual action of the ether and material particles to enable us to draw any very probable conclusion respecting this matter; I would merely hazard the following conjecture. Conceive a portion of the ether to be filled with a great number of solid bodies, placed at intervals, and suppose these bodies to move with a velocity which is very small compared with the velocity of light, then the motion of the ether between the bodies will still be such, that (a) is an exact differential. But if these bodies are sufficiently close and numerous, they must impress either the whole or a considerable portion of their own velocity on the ether between them. Now the molecules of air may act the part of these solid bodies. It may thus come to pass that (a) is an exact differential, and yet the ether close to the surface of the earth is at rest relatively to the earth. The latter of these conditions is however not necessary for the explanation of aberration."

De laatste zinsnede kunnen wij voorloopig ter zijde laten, want voor de theorie van Stokes in den vorm, dien wij tot

*) *Phil. Mag.* Vol. 29, p. 8 [*Papers*, I, p. 155].

nu toe bespraken, is die voorwaarde wel degelijk noodig. En of nu de moeilijkheid, waartoe zij leidt, door de medegedeelde beschouwing kan worden opgelost, meen ik te moeten betwijfelen. Wanneer, zonder geheel door diffractie zijn karakter te verliezen, een zoo klein stuk van een golffront zich kon voortplanten, dat het tusschen de luchtmoleculen doorging zonder er een van te treffen, dan zou zeker de richting daarvan bij het doordringen uit de hemelruimte in den dampkring de draaiing ondergaan, die voor de verklaring der aberratie noodig is. Maar lichtgolven, die zich met behoud van hunne begrenzing zullen kunnen voortplanten, moeten eene breedte hebben, die zeer vele malen grooter is dan de onderlinge afstand der luchtmoleculen. En wanneer wij nu op dergelijke golven de redeneeringen van STOKES willen toepassen moeten wij onder de snelheden u, v, w in eenig punt de gemiddelde waarden verstaan, die de snelheidscomponenten bezitten binnen een volumeelement, dat vele luchtmoleculen bevat. Deze gemiddelde snelheden zijn in het algemeen weer functiën van x, y, z, maar voor deze functiën behoeft geen snelheidspotentiaal te bestaan, ook al is dat het geval voor de werkelijke snelheden, die de aether ergens tusschen de moleculen bezit. Al geldt de betrekking $\frac{\partial u}{\partial y} = \frac{\partial v}{\partial x}$ voor deze laatste snelheden en wanneer bij het opmaken der differentiaalquotienten dx en dy oneindig klein zijn vergeleken met den afstand der moleculen, die betrekking behoeft niet meer waar te zijn, wanneer u en v gemiddelde snelheden zijn en onder dx en dy eenvoudig zeer kleine afstanden, maar gelijk aan vele malen den moleculairen afstand, verstaan worden.

Wanneer wij, om een eenvoudig geval te nemen, de aarde vervangen door een plat vlak, waarboven zich tot op zekere hoogte een dampkring uitstrekt, en wanneer wij aannemen, dat zich dat platte vlak met den dampkring beweegt in eene richting, welke in het vlak ligt, en langs welke wij de x-as kiezen, wanneer eindelijk de z-as loodrecht op het vlak wordt gekozen, dan zullen de bedoelde gemiddelde

snelheden zijn $u = f(z)$, $v = w = 0$, zoodat er geen snelheidspotentiaal voor bestaat. Met die gemiddelde snelheden kan men dan de aberratie niet verklaren en inderdaad, wanneer een uitgestrekte golf evenwijdig aan het xy-vlak zich naar dit vlak voortplant, zullen de punten van het xy-vlak evenwichtsverstoringen* van dezelfde phase ontvangen, daar alle elementen der golf zich op dezelfde wijze door den dampkring kunnen voortplanten. De golf wordt dus niet gedraaid.

§ 7. Nadat hij de boven besproken theorie heeft uiteengezet, deelt STOKES eene andere beschouwingswijze mede. *) Wanneer zich (Fig. 4) de golf PQ op de besproken wijze tot $P_1 Q_1$ heeft voortgeplant, zal men PP_1 een element van den *lichtstraal* kunnen noemen, en een volgend element $P_1 P_2$ daarvan wordt op dezelfde wijze gevonden, wanneer men nagaat, hoe gedurende een tweede tijdselement de trillende beweging zich van $P_1 Q_1$ uit voortplant. STOKES bewijst nu, dat, zoodra er een snelheidspotentiaal bestaat, de aaneenschakeling der elementen PP_1, $P_1 P_2$, enz. eene rechte lijn vormt. En, zegt hij nu verder, »the rectilinearity of propagation of a ray of light, which à priori would seem very likely to be interfered with by the motion of the ether produced by the earth or heavenly body moving through it, is the tacit assumption made in the explanation of aberration given in treatises of Astronomy, and provided that be accounted for the rest follows as usual." STOKES schijnt nu van meening te zijn, dat op deze wijze de aberratie verklaard is, ook al is de aether nabij de aarde ten opzichte van deze in beweging. Daarop doelt klaarblijkelijk de laatste der in de vorige § aangehaalde volzinnen.

Ik geloof echter dat in de gewijzigde theorie van STOKES (daarmede bedoel ik de theorie in dien vorm, waarin zij eene relatieve beweging van de aarde en den omringenden aether toelaat) de rechtlijnigheid der lichtstralen niet vol-

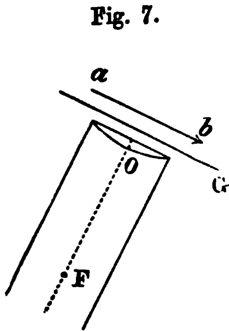
---

*) *Papers*, I, p. 138.

doende is voor de verklaring der verschijnselen. Men is, na die rechtlijnigheid bewezen te hebben, even ver als de theorie van FRESNEL reeds aanstonds is, maar ook niet verder. Wanneer de plaats der hemellichamen met eene vizierinrichting bepaald werd (§ 2) zouden geene verdere beschouwingen noodig zijn. Maar wèl is dit het geval, nu wij van kijkers gebruik maken en de gewijzigde theorie van STOKES kan evenmin als die van FRESNEL de verschijnselen verklaren, wanneer men aanneemt, dat binnen den kijker alles in relatieve rust is.

Laat aan eenig punt van het aardoppervlak *a b* (Fig. 7) de richting zijn van de relatieve beweging van den aether ten opzichte van de aarde. Wij kunnen ons dan altijd eene ster in zoodanige richting geplaatst denken, dat de lichtgolven, die zij ons toezendt, na tengevolge van de aetherbeweging de in § 4 besproken draaiing ondergaan te hebben, ten slotte de aarde bereiken met eene richting *G*, evenwijdig aan *a b*. Plaatsen wij nu een kijker, waarvan het objectief aan de voorzijde door een plat vlak begrensd is, met zijne as loodrecht op *G*. De verschillende punten van dat voorvlak worden dan steeds door evenwichtsverstoringen van dezelfde phase getroffen, en wanneer nu alles in den kijker in relatieve rust is, moet de lichtbeweging noodzakelijk in het hoofdbrandpunt *F* van het objectief geconcentreerd worden en dat onverschillig, welke richting de *lichtstraal* buiten den kijker moge hebben. Met den kijker waarnemende zullen wij dus de ster in eene richting, loodrecht op *G*, zien, en eene aberratie bemerken, die afhangt van de draaiing, waardoor de lichtgolven de richting *G* verkregen hebben, eene aberratie dus, die met de waargenomene slechts dan zou overeenstemmen, wanneer de aether nabij de aarde zich niet daar langs bewoog.

Fig. 7.



Er moet dus weêr eene nevenonderstelling worden gemaakt, en daar het geval veel overeenkomst vertoont met

het vroeger (§ 3) bij de theorie van Fresnel besprokene, lag het voor de hand te beproeven, of niet de hypothese, die Fresnel omtrent het meêsleepen der lichtgolven door de ponderabele stof maakte, mutatis mutandis in de gewijzigde theorie van Stokes overgebracht, de zwarigheid kan wegnemen.

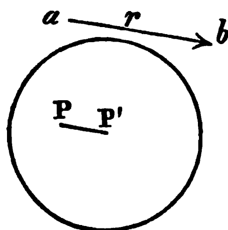
§ 8. Dit bleek mij inderdaad het geval te zijn, en zoo kwam ik er toe, eene theorie van de aberratie en daarmede samenhangende verschijnselen op te stellen, die, uit de gewijzigde theorie van Stokes ontstaan, die van Fresnel als een bijzonder geval in zich bevat. De mededeeling dier meer algemeene theorie kan, dunkt mij, haar nut hebben, daar er uit blijkt, wat noodzakelijk met het oog op de waargenomen verschijnselen moet worden aangenomen en wat niet.

Ik stel mij dan voor, dat de aether, die de aarde omringt, in beweging is op eene wijze, die onbepaald kan worden gelaten, behoudens de onderstelling, dat er een snelheidspotentiaal is. Bestaat ergens eene relatieve beweging van den aether ten opzichte van de aarde dan zal ik aannemen, dat in doorschijnende ponderabele stoffen de vrije aether, tusschen hunne moleculen aanwezig, aan die relatieve beweging deelneemt, zoodat buiten en binnen zoodanige stof de snelheidscomponenten van den aether door dezelfde doorloopende functiën van de coördinaten kunnen worden voorgesteld en ook de snelheidspotentiaal eene doorloopende functie is. Omtrent het gedrag in ondoorschijnende lichamen behoeven wij ons aan geene onderstelling te binden; wij mogen aannemen, dat de aether zich daarin gedraagt evenals in doorschijnende stoffen, maar ook, dat hij met betrekking tot de moleculen van een ondoorschijnend lichaam in rust is. De zaak kan ook als volgt worden uitgedrukt. Denken wij ons uit de toestellen, waarmede wij werken, en uit de ruimte, waarin zij geplaatst zijn, eerst alle doorschijnende lichamen weggenomen. Wij kunnen ons dan dezen of genen bewegingstoestand van den aether voorstellen, waarbij de ondoorschijnende lichamen òf als ondoordringbare wanden dienst doen, òf

den aether vrij doorlaten, mits slechts buiten die lichamen een snelheidspotentiaal bestaat. Is b. v. de wand eener kijkerbuis ondoordringbaar, dan hebben wij aan te nemen, dat de aether buiten de buis en ook daarbinnen nabij de opening dezelfde beweging bezit, die eene onsamendrukbare vloeistof zonder wrijving zou aannemen, wanneer de buis daarin verplaatst werd. Wanneer wij nu vervolgens de doorschijnende lichamen weêr op hunne plaats gesteld denken, moeten wij ons voorstellen, dat daardoor aan de beweging van den aether geene verandering wordt gebracht, in dien zin, dat de intermoleculaire aether in deze lichamen zich juist zoo beweegt als eerst de op dezelfde plaats aanwezige vrije aether.

Eindelijk maak ik eene onderstelling omtrent de wijze, waarop zich in eene ponderabele stof, door welke zich de aether beweegt, het licht voortplant. De relatieve snelheid van de ponderabele stof ten opzichte van den aether zal in het algemeen van punt tot punt veranderen, maar van die verandering kan men binnen een volume-element afzien. Laat Fig. 8 op zulk een element betrekking hebben. Men denke zich deze figuur met betrekking tot den aether in rust, zoodat de ponderabele stof zich door de figuur verplaatst. Laat dit in de richting ab met de snelheid r geschieden. Zij A weêr de snelheid, waarmede het licht zich zou voortplanten, wanneer de ponderabele stof ten opzichte van den aether in rust was. In dit laatste geval zou van eenig trillingsmiddelpunt

Fig. 8.



uit de lichtbeweging zich gedurende den tijd dt naar alle zijden over een afstand $A\,dt$ voortplanten. Ik onderstel nu, dat in het geval, dat wij thans beschouwen, de van P uitgaande bolvormige elementaire golf met den straal $A\,dt$ wordt meêgesleept met eene snelheid, die een bepaald gedeelte is van de snelheid r der ponderabele stof en door kr kan worden voorsteld, zoodat, wanneer PP' evenwijdig aan ab wordt getrokken en $= k r\,dt$ wordt ge-

maakt, om P' de bol met den straal $A\,d\,t$ moet worden beschreven. Natuurlijk zal zoowel de aether als de ponderabele stof aan de lichtbeweging deelnemen; de bedoeling der onderstelling is eenvoudig deze, dat indien op den tijd t eene evenwichtsverstoring gevonden wordt in den aether en de ponderabele stof, die dan in het punt P der figuur zijn, die evenwichtsverstoring op den tijd $t + d\,t$ aangetroffen wordt in den aether en de ponderabele stof, die zich dan in de punten van het bolopppervlak S bevinden.

De onderstelling is overigens geene andere dan die van Fresnel; wel is waar nam deze aan, dat de aether in rust is en alleen de ponderabele stof zich beweegt, maar men kan aan het geheele stelsel eene willekeurige snelheid meêdeelen zonder iets aan de beweging der lichtgolven, relatief ten opzichte van den aether, te veranderen. De hypothese van Fresnel gaat dan onmiddellijk in de boven gemaakte over.

Voor den meêsleepings-coëfficiënt k zullen wij ook dezelfde waarde aannemen als Fresnel; wij stellen nl.:

$$k = 1 - \frac{1}{n^2},$$

wanneer n de absolute brekingsindex van het beschouwde medium in den toestand van rust is.

Het zal nu blijken, dat men uit de medegedeelde onderstellingen het verschijnsel der aberratie en verschillende andere, die daarmede in verband staan, verklaren kan. In de theorie, die men aldus verkrijgt, is die van Fresnel begrepen, want een toestand van rust is een bijzonder geval van een bewegingstoestand met een snelheidspotentiaal; men heeft den laatsten slechts $= 0$, of standvastig te stellen. Maar ook op het geval, dat aan eenig deel van het aardoppervlak de aether geheel dezelfde snelheid heeft als de aarde zelf (aan alle punten der aarde is dit, zooals wij zagen, onmogelijk) zijn de volgende beschouwingen van toepassing; de theorie omvat dus ook de oorspronkelijke van

STOKES, voor zoover deze kan aangenomen worden. Alleen zou in dit geval, wegens de relatieve rust van den aether en de ponderabele stof, de hypothese omtrent het meêsleepen der lichtgolven door deze laatste gemist kunnen worden.

§ 9. Bij de toepassing der gemaakte onderstellingen zullen wij, althans in de eerste §§, de snelheden van den aether en van de ponderabele stof als zoo klein ten opzichte van de lichtsnelheid A beschouwen, dat wij slechts de eerste machten ervan behoeven te behouden. Inderdaad zullen die snelheden steeds voorkomen door A gedeeld, of in termen, die door optelling of aftrekking verbonden zijn met andere, welke A bevatten. De snelheid van de ponderabele stof zal echter niet anders zijn dan die der aarde, n die van den aether zal van dezelfde orde zijn; daar de nelheid, waarmede de aarde haren loop om de zon volrengt, ongeveer 10000-maal kleiner is dan de lichtsnelheid zullen de termen, die wij weglaten, op de meeste verschijnselen geen waarneembaren invloed kunnen hebben. In § 26 zullen wij intusschen de termen van de tweede orde moeten behouden.

Daar gedurende den tijd, dien het licht behoeft, om uit de ruimte buiten de aarde, waar de aether in rust is, tot het oog van den waarnemer door te dringen, de beweging der aarde om de zon niet merkbaar in richting en snelheid verandert, zullen wij de beweging der aarde steeds vervangen door eene gelijkmatige langs de raaklijn aan de baan.

Van de aswenteling der aarde zullen wij geheel afzien; een punt aan den aequator bezit daarbij eene snelheid, die 650.000-maal kleiner is dan die, waarmede het licht zich voortplant.

Het onderzoek wordt voorts in hooge mate vereenvoudigd, wanneer wij steeds de relatieve bewegingen ten opzichte van de aarde beschouwen *). Alle ponderabele stof is dan

*) Op de vereenvoudiging, die hierdoor ontstaat, werd vooral door VELTMANN, t. a. p., de aandacht gevestigd.

in de gevallen, die wij behandelen zullen, in relatieve rust; de aether daarentegen beweegt zich, bij de onderstelling van FRESNEL met eene snelheid, gelijk en tegengesteld aan die der aarde, bij onze opvatting op eene meer ingewikkelde wijze. De vraag, of er nu ook voor deze relatieve beweging van den aether een snelheidspotentiaal is, kunnen wij aanstonds bevestigend beantwoorden door de overweging, dat het bestaan daarvan medebrengt, dat de volume-elementen van den aether niet wentelen. Doen zij dat niet bij hunne absolute beweging, dan zullen zij het evenmin doen, wanneer wij aan den geheelen aether eene zelfde snelheid, overal in dezelfde richting toekennen, dus ook niet, wanneer wij, ten einde de thans verlangde relatieve beweging te verkrijgen, die toe te voegen snelheid gelijk en tegengesteld aan die der aarde maken.

Overeenkomstig het boven gezegde zullen wij ons voortaan voorstellen, dat de figuren aan de beweging der aarde deelnemen, en zal een coördinatenstelsel gebezigd worden, dat dit eveneens doet. Den snelheidspotentiaal voor de relatieve beweging noemen wij φ, de snelheidscomponenten u, v, w, zoodat:

$$u = \frac{\partial \varphi}{\partial x}, \quad v = \frac{\partial \varphi}{\partial y}, \quad w = \frac{\partial \varphi}{\partial z}$$

is. De snelheid zelf zal ϱ genoemd worden; zij heeft dezelfde grootte als r in Fig. 8, maar de tegengestelde richting.

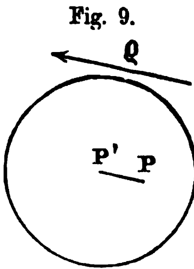
Klaarblijkelijk zal de beweging van den aether stationair, d. w. z. in een bepaald punt onzer figuren voortdurend dezelfde zijn. Derhalve zijn φ, u, v, w, ϱ functiën van x, y, z, maar niet van t.

Neemt men de onderstelling van FRESNEL aan, dan wordt φ eene lineaire functie van x, y, z.

§ 10. Wij hebben nu ook aan Fig. 8, die met betrekking tot een volume-element van den aether in rust is, eene wijziging aan te brengen, want wij wenschen de figuur thans met betrekking tot de aarde te doen rusten. Wanneer wij

het punt P, dat op den tijd t betrekking heeft, dezelfde plaats laten behouden, moeten wij aan het deel der figuur, dat voor den tijd $t + dt$ geldt, eene verplaatsing $\varrho\, dt$ geven in de richting, waarin zich de aether ten opzichte van de aarde beweegt. Aldus ontstaat Fig. 9. Terwijl in Fig. 8 het middelpunt van den bol van P uit in de richting van r verschoven is over een afstand $k\, r\, d\, t$, is het in Fig. 9 in de richting van ϱ verschoven over den afstand $(1 - k)\, \varrho\, d\, t =$ $= \varkappa\, \varrho\, d\, t$, wanneer wij

Fig. 9.



$$\varkappa = \frac{1}{n^2}$$

stellen.

Ook deze grootheid kunnen wij »meêsleepingscoëfficiënt" noemen. Even goed toch als men bij de beschouwing der relatieve bewegingen ten opzichte van den aether kan spreken van het medevoeren der lichtgolven door de ponderabele stof, even goed kan men, wanneer men op de relatieve bewegingen ten opzichte van de laatste zijne aandacht vestigt, zeggen, dat de lichtgolven door den aether worden meêgesleept.

Bij afwezigheid van ponderabele stof, in den vrijen aether, nemen natuurlijk de lichtgolven geheel aan de aetherstroomingen deel; daar is dus $k = 0$, $\varkappa = 1$.

§ 11. De lichtbeweging, die van een hemellichaam, dat wij ons in rust zullen denken, uitgaat, kan natuurlijk het best met betrekking tot een eveneens stilstaand coördinatenstelsel beschreven worden; wanneer wij nu willen onderzoeken, wat er in de nabijheid der aarde met die beweging geschiedt, en daarbij de methode van § 9 willen volgen, is de overgang tot een coördinatenstelsel, dat met de aarde meêgaat, noodzakelijk.

Laat x', y', z' betrekking hebben op de vaste, x, y, z op de bewegelijke coördinaatassen, en laat deze zoo gekozen

worden, dat wanneer de aarde zich met de snelheid g voortbeweegt,

$$x' = x + g t, \quad y' = y, \quad z' = z$$

is. Laat voorts eene lichtbeweging, die door eene ster wordt uitgezonden, in de nabijheid der aarde, maar toch nog op zoo grooten afstand daarvan, dat de aether er in rust is, worden voorgesteld door de vergelijking

$$\omega = a \cos 2\pi N \left[t - \frac{x' \cos\alpha + y' \cos\beta + z' \cos\gamma}{A} + \delta \right], \quad . \quad . \quad (1)$$

waarin ω de evenwichtsverstoring voorstelt, N het aantal trillingen per tijdseenheid, α, β, γ de hoeken, die de voortplantingsrichting met de positieve assen vormt. Die lichtbeweging kan dan ook worden voorgesteld door de vergelijking

$$\omega = a \cos 2\pi N' \left[t - \frac{x \cos\alpha + y \cos\beta + z \cos\gamma}{A'} + \delta \right], \quad . \quad . \quad (2)$$

wanneer wij

$$N \left(1 - \frac{g \cos\alpha}{A} \right) = N' \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

en

$$A - g \cos\alpha = A' \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

stellen. In een punt met bepaalde coördinaten x, y, z, dat zich dus met de aarde mede beweegt, zal de evenwichtsverstoring niet N, maar N' maal in de seconde alle phasen doorloopen. Deze wijziging van het trillingsgetal komt overeen met die, waartoe het beginsel van Doppler voert.

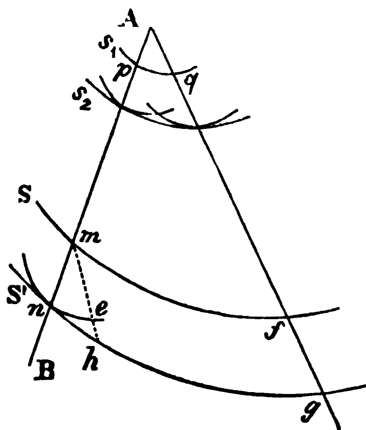
De grootheid A' is de relatieve snelheid der lichtgolven met betrekking tot de aarde. Dat zij de boven aangegeven waarde heeft had men ook aanstonds kunnen zeggen.

Wij zullen van nu af steeds de beschouwingswijze van

§ 9 toepassen. Bij het onderzoek van hetgeen er verder met de lichtbeweging gebeurt, zouden wij van de vergelijking (2) kunnen uitgaan en daaruit de uitdrukkingen kunnen afleiden. die de evenwichtsverstoringen voorstellen in de meer nabij de aarde gelegen punten, waar de aether in beweging is. Die uitdrukkingen zouden nevens x, y, z den tijd steeds zoo bevatten, dat zij periodieke functiën daarvan met de periode $\frac{1}{N'}$ zijn. Voor de beschouwingen van de volgende §§ zullen wij intusschen vooral dit noodig hebben, dat bij den door (2) voorgestelden bewegingstoestand de golffronten platte vlakken zijn, loodrecht op de door α, β, γ bepaalde richting, in welke de ster zich werkelijk ten opzichte van de aarde bevindt.

§ 12. Het grondbeginsel van Huygens kan ons, op dezelfde wijze als in § 4, dienen, om te onderzoeken, hoe zich van een dergelijk plat golffront uit, of ook in elk ander geval, de lichttrillingen uitbreiden in eene ruimte, waarvoor de onderstellingen van § 8 worden aangenomen. Wij zullen ons in die ruimte eene ponderabele stof aanwezig denken, die homogeen is, zoodat de meêsleepingscoëfficiënt $\varkappa$ overal dezelfde waarde heeft; bestaat zoodanige stof niet, en hebben wij dus met de beweging in den vrijen aether te doen (of in de lucht, wanneer wij van de straalbreking in den dampkring willen afzien) dan hebben wij slechts $\varkappa = 1$ te stellen.

Fig. 10

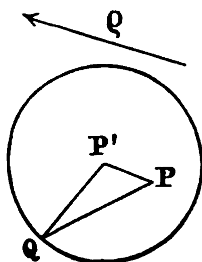


Beschouwen wij nu vooreerst de uitbreiding eener lichtbeweging van uit een punt A (Fig. 10), hetzij dat de daar aanwezige ponderabele stof zelf trillingen uitzendt, hetzij dat de aether en, als zij er is, de ponderabele stof in A de lichtbeweging van elders ontvangen. Eene van A uitgaande evenwichtsverstoring zal zich

na een oneindig kleinen tijd uitgebreid hebben over het opperrlak eener elementaire golf s_1, zooals wij die in § 10 besproken hebben. Van de punten p, q, enz. daarvan gaan gedurende een volgend tijdselement nieuwe elementaire golven uit en het omhullend oppervlak s_2 dezer laatste is het nieuwe golffront. Aldus voortredeneerende vindt men alle achtereenvolgende standen van een golffront, dat zich rondom A uitbreidt; S en S' zijn twee willekeurige onder deze standen, op oneindig kleinen afstand van elkander gelegen.

Elk punt B, waar ook gelegen, wordt eenmaal door de van A uitgaande lichtbeweging bereikt en wij kunnen de vraag stellen, welke tijd daarvoor noodig is.

Fig. 11.



Om dien te bepalen beschouwen wij in Fig. 11 nog eenmaal de reeds in Fig. 9 voorgestelde elementaire golf, die zich in den tijd dt rondom P vormt. De evenwichtsverstoring komt in eenig punt Q daarvan op zoodanig tijdstip aan, dat het is, alsof zij zich langs de rechte lijn PQ met de snelheid

$$B = \frac{PQ}{dt}$$

had voortbewogen. Wanneer wij nu den hoek, dien PQ met de richting der snelheid ϱ, dus met PP' maakt, ϑ noemen, hebben wij

$$P'Q^2 = PQ^2 - 2PQ \times PP' \cos\vartheta + PP'^2,$$

of, na deeling door dt^2

$$A^2 = B^2 - 2B\varkappa\varrho\cos\vartheta + \varkappa^2\varrho^2,$$

derhalve, wanneer wij ons tot de eerste macht van ϱ bepalen,

$$B = A + \varkappa\varrho\cos\vartheta, \quad \dots\dots\dots \quad (5)$$

en wanneer wij ook de tweede in aanmerking willen nemen,

$$B = A + \varkappa\varrho\cos\vartheta - \frac{\varkappa^2\varrho^2}{2A}\sin^2\vartheta. \quad \dots\dots \quad (6)$$

Voorloopig zal de eerste uitdrukking gebezigd worden. De daardoor voorgestelde snelheid hangt van de richting van PQ af; zij is bovendien voor elementen van dezelfde richting, van uit verschillende punten der ruimte getrokken, ongelijk, zoodra ϱ in die punten niet dezelfde richting en grootte heeft.

In Fig. 10 kunnen wij thans opmerken, dat de punten van twee op elkaâr volgende golffronten S en S' twee aan twee zoo bij elkander behooren, dat het eene op S gelegen punt m als het trillingsmiddelpunt te beschouwen is voor eene elementaire golf, die in het tweede punt n door S' wordt aangeraakt. Wij zullen dergelijke punten m en n, of f en g *geconjugeerde* punten noemen. Voor alle verbindingslijnen van geconjugeerde punten, die men tusschen S en S' kan trekken, is de tijd, dien eene lichtbeweging behoeft, om ze met de snelheid B (die in den regel voor elke dezer lijnen weer eene andere waarde zal hebben) te doorloopen, dezelfde, en die tijd is niet anders dan de tijd, waarin het golffront zich van S naar S' verplaatst. Daarentegen zal voor elke tusschen S en S' getrokken rechte lijn, die niet twee geconjugeerde punten verbindt, b.v. de lijn mh, de tijd, dien de lichtbeweging behoeven zou om de lijn met de snelheid B af te leggen, langer zijn dan de bovengenoemde. Want mh zal het oppervlak der bij m behoorende elementaire golf ergens in e, binnen S' snijden, en dan is reeds voor me de bedoelde tijd dezelfde als voor mn.

Wij kunnen ons nu tusschen A en B een groot aantal lijnen getrokken denken. Onder deze zal er eene, en ook slechts ééne zijn, die alle tusschen de beide punten gelegen golffronten in geconjugeerde punten snijdt, en het doorloopen van deze lijn, overal met de snelheid B, zal korteren tijd vereischen, dan het doorloopen van elke andere lijn, die geheel of ten deele uit elementen bestaat, welke niet geconjugeerde punten van op elkaâr volgende golffronten verbinden. Die in den kortsten tijd doorloopen lijn zal ik *lichtstraal* noemen (zonder daarbij voor het oogenblik nog aan eene physische beteekenis dier lijn te denken); de tijd voor het doorloopen van zulk een lichtstraal met de snelheid B

vereischt, is dan de tijd noodig voor de uitbreiding der golven van A tot B.

De gedaante van den lichtstraal kan uit het gezegde gemakkelijk worden afgeleid. Zij ds een element van eene der van A naar B getrokken lijnen, en ϑ de hoek, dien dit element met de snelheid ϱ van den aether in zijne onmiddellijke omgeving maakt, dan is de tijd, noodig om dit element te doorloopen,

$$\frac{ds}{B} = \frac{ds}{A + \varkappa \varrho \cos \vartheta} = \frac{ds}{A} - \frac{\varkappa \varrho \cos \vartheta \, ds}{A^2},$$

en de tijd, vereischt voor het doorloopen der geheele lijn, waarvan wij de lengte l zullen noemen:

$$\int \frac{ds}{B} = \frac{l}{A} - \frac{\varkappa}{A^2} \int \varrho \cos \vartheta \, ds.$$

In de laatste integraal is $\varrho \cos \vartheta$ de snelheid van den aether in de richting van ds, en kan dus, daar er een snelheidspotentiaal φ bestaat, door $\frac{\partial \varphi}{\partial s}$ worden voorgesteld. Daaruit volgt echter voor de waarde der integraal $\varphi_B - \varphi_A$, wanneer wij met de indices A en B de waarden van den snelheidspotentiaal in A en B onderscheiden.

Voor al de lijnen, tusschen A en B getrokken, is nu in de uitdrukking voor den beschouwden tijd

$$\frac{l}{A} - \frac{\varkappa}{A^2} (\varphi_B - \varphi_A)$$

de laatste term dezelfde. Voor den lichtstraal moet dus de eerste term, derhalve l een minimum worden, zoodat hij een rechte lijn is.

Deze uitkomst, die ook door Stokes, voor het geval, dat $\varkappa = 1$ is, langs anderen weg werd verkregen, geldt eveneens, wanneer de trillingen zich niet van een enkel punt A uitbreiden, maar wanneer wij met een golffront S_1 van

dezen of genen vorm beginnen. Is S_2 een der latere standen van dit golffront, en $A\,B$ eene lijn, die S_1, S_2 en alle daartusschen gelegen standen van het golffront in geconjugeerde punten snijdt, dan vindt men weer door dezelfde redeneering als boven, dat de tijd voor het doorloopen met de snelheid B vereischt, voor $A\,B$ kleiner is dan voor elke andere lijn tusschen A en B, en daaruit volgt op nieuw, dat $A\,B$ eene rechte lijn is

§ 13. Dergelijke beschouwingen als die van de vorige § kunnen ook dienen, om de verandering in richting te onderzoeken, die een lichtstraal bij den overgang uit de eene middenstof in de andere ondergaat. Wij denken ons daarbij aan weerszijden van een willekeurig grensvlak V twee verschillende ponderabele stoffen, die beide homogeen zijn, zoodat de voortplantingssnelheid A en de meêsleepingscoëfficiënt $\varkappa$ in de eerste stof overal dezelfde waarden A_1 en $\varkappa_1$, en eveneens in de tweede stof overal dezelfde waarden A_2 en $\varkappa_2$ hebben. Het geval, dat aan de eene zijde van V de vrije aether aanwezig is, is in het hier onderstelde algemeene geval begrepen.

Van eenig golffront uit, waarvan het gedeelte, dat wij te beschouwen hebben, nog geheel in het eerste medium ligt, plante zich nu de lichtbeweging naar het grensvlak voort. Het beginsel van Huygens stelt ons dan weer in staat den voortgang der golven met oneindig kleine stappen te volgen, en wij kunnen dat zelfs doen, — men denke slechts aan de gewone verklaring der breking uit de undulatietheorie — nadat zij reeds ten deele in het tweede medium zijn doorgedrongen. In dit laatste geval bestaat het geheele golffront uit twee in de twee middenstoffen gelegen deelen, die het grensvlak in dezelfde lijn ontmoeten, maar overal langs die lijn een zekeren hoek met elkander vormen, en in den regel verschillende gedaante zullen hebben. Wij zullen echter die beide deelen te zamen één golffront noemen. Daarbij kunnen wij het in het midden laten, of het te beschouwen stuk van dit golffront door het grensvlak V gesneden wordt in ééne enkele lijn, die de randen van dat stuk ontmoet, of in ééne lijn, die in

zichzelf terugkeert, of eindelijk in twee of meer lijnen van den eenen of den anderen aard. Het eerste geval doet zich b.v. voor, wanneer eene begrensde, geheel of nagenoeg platte golf schuin op een plat grensvlak valt, het tweede geval wanneer zulk een grensvlak wordt getroffen door eene geheel of ten naaste bij bolvormige golf, terwijl een cilindrisch grensvlak door eene aankomende platte golf in twee lijnen kan gesneden worden.

In elk geval echter moet men, ten einde uit een der standen S van het geknikte golffront den stand S' af te leiden, dien het na den tijd $d\,t$ inneemt, twee- of strikt genomen drieërlei elementaire golven construeeren. Vooreerst rondom de punten van S, die reeds in de tweede middenstof liggen, elementaire golven, gelijk die in § 10 zijn besproken, met inachtneming van de waarden A_2 en $\varkappa_2$, die voor het tweede medium gelden. Het omhullende oppervlak van deze elementaire golven levert bijna het geheele deel van S', dat in de tweede stof is gelegen; er ontbreekt alleen aan dat deel eene kleine uitgestrektheid, in de onmiddellijke nabijheid van het grensvlak. Ten tweede hebben wij dergelijke elementaire golven als de zooeven genoemde, maar met de waarden van A en $\varkappa$, zooals zij in het eerste medium zijn, te beschrijven rondom alle punten van S, die in dat medium liggen, voor zoover namelijk die punten ver genoeg van het grensvlak verwijderd zijn, om de elementaire golven, die er bij behooren, nog geheel binnen het eerste medium te doen vallen. Dat omhullende oppervlak is tot op een zeer kleinen afstand van V het deel van S', dat in de eerste middenstof ligt.

Er zijn nu echter eenige punten van S nog niet gebruikt, die nl., welke zoo nabij het grensvlak liggen, dat de evenwichtsverstoring, welke van die punten uitgaat, reeds in den tijd $d\,t$ het grensvlak overschrijdt. Rondom deze punten zouden wij eene derde groep van elementaire golven kunnen construeeren, die dan door het nog ontbrekende deel van S' aangeraakt zouden worden. Zulke elementaire golven zijn in § 10 niet besproken, maar wij hebben ze ook niet noodig om het nieuwe golffront S' te leeren kennen. Want de be-

schouwing der elementaire golven, die geheel in het eerste of in het tweede medium liggen, laat slechts eene oneindig smalle strook van S' nabij het grensvlak onbepaald en wij kunnen die leemte aanvullen door elk der reeds gevonden deelen van S' door eene aaneenschakeling van oneindig kleine platte vlakken, die zich aan de richting van het reeds gevonden oppervlak aansluiten, tot aan het grensvlak te verlengen.

Men kan overigens de constructie zoo inrichten, dat men een der deelen van S' aanstonds tot aan het grensvlak leert kennen. Al valt nl. de elementaire golf, die zich in den tijd $d\,t$ rondom een der punten van S uitbreidt, gedeeltelijk in het tweede medium, dit heeft op den vorm van het deel ervan, dat nog in het eerste medium ligt, geen invloed. Derhalve kunnen wij ook nog elementaire golven van den in § 10 aangegeven aard in het eerste medium beschrijven rondom die punten van S, die ver genoeg van het grensvlak verwijderd zijn, om het aanrakingspunt der elementaire golven met het omhullende oppervlak binnen of juist op de grens van het eerste medium te doen vallen. Aldus vindt men echter het *geheele* in dat medium gelegen deel van S'.

De punten van twee op elkander volgende golffronten zijn nu weêr, evenals in de vorige §, twee aan twee geconjugeerd, en wanneer wij ons bepalen tot die geconjugeerde punten, die òf beide in de eerste, òf beide in de tweede middenstof liggen, kunnen wij zeggen, dat alle rechte lijnen, die twee geconjugeerde punten verbinden, onverschillig of zij in de eerste of in de tweede stof liggen, met de in § 12 aangegeven snelheid B in denzelfden tijd doorloopen worden.

Wanneer wij echter eene oneindig kleine rechte lijn trekken tusschen twee niet geconjugeerde punten van S en S', maar weêr zoo, dat zij geheel in hetzelfde medium ligt, zal voor het doorloopen van die lijn met de snelheid B een langere tijd vereischt worden dan voor het doorloopen van eene lijn, die twee geconjugeerde punten verbindt.

Wij kunnen thans van een punt A van het eerste medium

uit eene lijn trekken, die steeds, ook na haren overgang in de tweede middenstof, geconjugeerde punten vereenigt. Zij B het punt, waar die »lichtstraal'' het grensvlak treft, en C een der punten, die hij aan gene zijde daarvan bereikt. Wanneer wij dan tusschen A en C eenige andere lijn trekken, die b. v. in B' het grensvlak snijdt (en daar evenals $A\,B\,C$ eene richtingsverandering kan ondergaan) zal voor het doorloopen van $A\,B\,C$ overal met de snelheid B minder tijd vereischt worden dan voor het doorloopen van $A\,B'\,C$. Om dit in te zien, heeft men slechts tusschen A en C oneindig vele golffronten aan te brengen, daarbij zorg dragende, dat er een door B en een door B' gaat, en op te merken, dat althans niet alle elementen van $A\,B'\,C$ geconjugeerde punten van op elkander volgende golffronten vereenigen.

De lichtstraal is dus onder alle wegen tusschen A en C die, welke met de snelheid B in den kortsten tijd doorloopen wordt. Daaruit volgt, overeenkomstig het in de vorige § besprokene, dat hij uit twee rechte lijnen bestaan moet, en wij kunnen dus zeggen, dat B die stand van het veranderlijke punt B' is, waarbij de tijd voor het afleggen van de gebroken lijn $A\,B'\,C$ een minimum wordt.

Volgens de formules der vorige § is de tijd, voor het doorloopen van $A\,B'$ noodig:

$$\frac{A\,B'}{A_1} - \frac{\varkappa_1}{A_1^2}(\varphi_{B'} - \varphi_A) \, . \, . \, . \, . \, . \, . \, . \, . \quad (7)$$

en die, welke voor $B'\,C$ vereischt is,

$$\frac{B'\,C}{A_2} - \frac{\varkappa_2}{A_2^2}(\varphi_C - \varphi_B) \, , \, . \, . \, . \, . \, . \, . \, . \quad (8)$$

in welke beide uitdrukkingen $\varphi_{B'}$ dezelfde beteekenis heeft, daar de snelheidspotentiaal volgens onze onderstelling eene doorloopende functie is.

De som van (7) en (8) kan zeer eenvoudig worden voorgesteld wegens de waarde, die wij in § 10 voor den meê-

sleepings-coëfficiënt aannamen. Stellen wij nl. de absolute brekingsindices van de beide middenstoffen door n_1 en n_2 voor, dan is:

$$\varkappa_1 : \varkappa_2 = n_2^2 : n_1^2 ,$$

terwijl men bovendien weet, dat

$$A_1 : A_2 = n_2 : n_1 .$$

Daaruit volgt echter:

$$\frac{\varkappa_1}{A_1^2} = \frac{\varkappa_2}{A_2^2} .$$

Wij kunnen er bijvoegen, dat de breuk $\frac{\varkappa}{A^2}$ voor *alle* isotrope middenstoffen dezelfde waarde heeft. Duiden wij deze door μ aan, dan is de som van (7) en (8):

$$\frac{A\,B'}{A_1} + \frac{B'\,C}{A_2} - \mu\,(\varphi_C - \varphi_A) .$$

Daar nu de laatste term onafhankelijk is van de ligging van B', moet eenvoudig

$$\frac{A\,B'}{A_1} + \frac{B'\,C}{A_2} \; \ldots\ldots\ldots\ldots \; (9)$$

een minimum worden, wanneer B' den stand B heeft. Daaruit volgt echter, dat $A\,B$ en $B\,C$ met de normaal op het grensvlak in B in één plat vlak liggen, en dat de sinussen der hoeken, die zij met deze normaal maken, tot elkander staan als A_1 en A_2. Het eenvoudige wiskundige bewijs hiervoor kan ik hier achterwege laten. Ik kan volstaan met de opmerking, dat uit (9) alles, wat op de beweging van den aether ten opzichte van de ponderabele stof betrekking heeft, verdwenen is. Ook wanneer alles in rust is wordt de wijze, waarop de straal uit de eene stof in de andere over-

gaat, bepaald door de voorwaarde, dat (9) een minimum wordt; men weet echter, dat in dit geval de wetten van SNELLIUS gelden.

Dat deze wetten voor de relatieve stralen ook dan gelden, wanneer de aether zich ten opzichte van de ponderabele stof beweegt, werd, nadat FRESNEL een bijzonder geval had behandeld, in het algemeen het eerst door STOKES in zijne verhandeling over FRESNEL's aberratie-theorie en later door VELTMANN aangetoond. Beiden gingen echter bij hun bewijs, dat in een anderen vorm gekleed was dan het bovenstaande, van de grondstelling van FRESNEL uit. Uit de hier medegedeelde beschouwing blijkt, dat de gewone wetten der breking eveneens blijven gelden bij onze meer algemeene opvatting. Deze uitkomst kan intusschen slechts verkregen worden, wanneer men aan den meêsleepingscoëfficiënt dezelfde waarde toekent als FRESNEL. Want het gegeven bewijs vervalt, wanneer niet uit de som van (7) en (8) $\varphi_{B'}$ verdwijnt. En dit laatste heeft alleen dan plaats, wanneer $\frac{\varkappa_1}{A_1^2} = \frac{\varkappa_2}{A_2^2}$, d. w. z. wanneer voor verschillende middenstoffen $\varkappa$ omgekeerd evenredig is met n^2, wanneer dus die grootheid, daar zij in den vrijen aether $= 1$ moet zijn, in elke andere middenstof de waarde $\frac{1}{n^2}$ heeft.

Dat voor de relatieve lichtstralen ook de gewone wetten der terugkaatsing gelden kan op dezelfde wijze worden aangetoond. Want ook wanneer eene lichtbeweging teruggekaatst wordt, kan men het golffront in zijn voortgang stap voor stap volgen, waarbij het weêr evenals bij de breking geknikt wordt. Dat hierbij de teruggekaatste golven de invallende doorkruisen doet bij de redeneering niet ter zake.

De analogie met het geval van de breking is zoo volkomen, dat ik verder bij de terugkaatsing niet stil zal staan; ik merk alleen nog op, dat de bewijsvoering voor deze laatste geene bijzondere onderstelling omtrent de waarde van den meêsleepingscoëfficiënt vereischt.

§ 14. Uit het bovenstaande volgt dat ook wanneer het

licht achtereenvolgens eene reeks van middenstoffen doorloopt, de weg der relatieve stralen uit de gewone wetten der breking kan worden afgeleid. Dit zal dus eveneens het geval zijn, wanneer, zoo als bij de straalbreking in den dampkring, de eigenschappen van het medium geleidelijk veranderen; op bekende wijze toch kan men dan van de breking spreken aan eene reeks oppervlakken, op oneindig kleinen afstand van elkander gelegen.

De uitbreiding van lichtgolven in een medium, dat, zooals de dampkring, wel isotroop, maar niet homogeen is, kan ook gemakkelijk rechtstreeks behandeld worden. In zulk eene stof kan men namelijk bij de toepassing van het beginsel van Huygens de oneindig kleine elementaire golven nog steeds op de in § 10 aangegeven wijze construeeren; alleen hebben daarbij A en $\varkappa$ in verschillende volume-elementen ongelijke waarden. Ook hier is nu weêr onder alle wegen, die twee punten A en B vereenigen, de lichtstraal, die steeds geconjugeerde punten verbindt, die, welke met de snelheid B in den kortsten tijd doorloopen wordt.

De voor een element ds van eene willekeurige lijn vereischte tijd is echter, evenals in § 12,

$$\frac{ds}{B} = \frac{ds}{A} - \frac{\varkappa}{A^2} \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial s} ds,$$

dus de tijd, voor eene geheele lijn tusschen A en B noodig,

$$\int \frac{ds}{A} - \int \frac{\varkappa}{A^2} \frac{\partial \varphi}{\partial s} ds \ldots \ldots \ldots \quad (10)$$

Tengevolge van de voor den meêsleepingscoëfficiënt aangenomen waarde, heeft nu $\frac{\varkappa}{A^2}$, hoe ook de eigenschappen van het medium van punt tot punt veranderen mogen, overal dezelfde waarde μ. Men mag dus voor den laatsten term in (10) schrijven

$$\mu (\varphi_B - \varphi_A),$$

en daar hij dan voor alle wegen tusschen A en B dezelfde

waarde heeft, verkrijgen wij den lichtstraal, wanneer wij den eersten term van (10)

$$\int \frac{ds}{A} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (11)$$

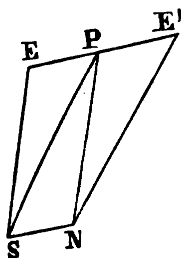
tot een minimum maken.

Deze uitdrukking stelt echter juist den tijd voor, dien, wanneer de aether in rust was ten opzichte van de ponderabele stof, eene evenwichtsverstoring zou behoeven, om een weg van A naar B af te leggen; die tijd zou een minimum worden voor den lichtstraal, zooals hij in dit geval loopen zou. Daar in het geval dat ons thans bezig houdt, dezelfde uitdrukking (11) voor den relatieven lichtstraal een minimum moet worden, is de loop van dezen laatsten dezelfde als wanneer de aether in rust was.

§ 15. Wanneer men door de eenvoudige wetten, die wij hebben leeren kennen, den loop der relatieve lichtstralen heeft gevonden kan daaruit de gedaante van het golffront in zijne verschillende standen worden afgeleid; tusschen de richting van dit laatste en die van den lichtstraal bestaat een eenvoudig verband.

Wanneer n.l. bij eene der oneindig kleine elementaire golven (Fig. 11) P het trillingsmiddelpunt is, en Q het punt, waar de golf door een golffront wordt aangeraakt, is PQ een element van den lichtstraal en staat $P'Q$ loodrecht op het golffront. Let men op de waarden van PQ, $P'Q$ en PP', dan kan men hieruit het volgende afleiden.

Fig. 12.



Stelt men in eenig punt P (Fig. 12) eene snelheid $PN = A$, loodrecht op het golffront, samen met eene snelheid $PE = \varkappa \varrho$ in de richting, waarin zich de aether ten opzichte van de ponderabele stof beweegt, dan heeft de resultante PS de richting van den lichtstraal en stelt juist de snelheid voor, die wij vroeger B genoemd hebben.

Of ook, wanneer men de laatste snelheid $PS = B$ samenstelt met eene snelheid $PE' = \varkappa \varrho$ tegengesteld aan de

richting, waarin zich de aether beweegt, dan wijst de resultante de richting der normaal op het golffront aan.

Uit deze stellingen kunnen verschillende gevolgen worden afgeleid.

a. Wanneer ϑ weer de hoek is, dien PS met PE vormt, dan wordt de hoek ε tusschen den lichtstraal en de normaal op het golffront bepaald door:

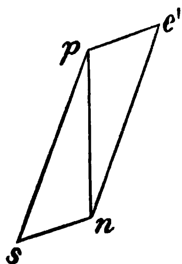
$$\sin \varepsilon = \frac{\varkappa \varrho \sin \vartheta}{A}$$

of, indien men zich bepaalt tot de eerste macht van $\frac{\varrho}{A}$, door

$$\varepsilon = \frac{\varkappa \varrho \sin \vartheta}{A}.$$

b. Trekt men tusschen de standen, die een golffront vóór en na den tijd dt inneemt, eene loodlijn, dan kan de lengte daarvan, gedeeld door dt, de snelheid genoemd worden, waarmede de golven zich voortbewegen. De bedoelde loodlijn wordt gevonden door een tusschen de golffronten gelegen element van den lichtstraal met $\cos \varepsilon$ te vermenigvuldigen; de snelheid der golven is dus $B \cos \varepsilon$. Met verwaarloozing van grootheden van de tweede orde met betrekking tot $\frac{\varrho}{A}$ mag men hiervoor B in de plaats stellen, en in de vroeger verkregen vergelijking $B = A + \varkappa \varrho \cos \vartheta$ onder ϑ ook den hoek verstaan, dien de normaal op de golven met de bewegingsrichting van den aether maakt. Die hoek toch vertoont van ϑ slechts de kleine afwijking ε.

Fig. 13.



Men vergelijke de uitkomst, die wij in § 11 verkregen.

c. Wij kunnen (Fig. 13) een parallelogram $p s n e'$ construeeren, gelijkvormig met $PSNE'$ in Fig. 12, maar waarin de zijde ps niet $= B$, maar $= A$ is. De zijde pe' wordt dan

$= \varkappa \varrho \frac{A}{B}$, of, tot in grootheden van de eerste orde, weer $= \varkappa \varrho$. Zet men dus in de richting van den lichtstraal de snelheid A uit en stelt men die samen met eene snelheid $\varkappa \varrho$ tegengesteld aan die, waarmede zich de aether beweegt, dan geeft de resultante weêr de richting der normaal op het golffront aan (maar zij heeft niet meer de waarde A).

d. Zoodra overal in eene middenstof de beweging van den aether bekend is kan bij elken bundel lichtstralen de reeks van golffronten bepaald worden en omgekeerd.

Laat b.v. in eene homogene middenstof rechtlijnige lichtstralen van een enkel punt A uitgaan. Nemen wij dit tot oorsprong van coördinaten. Zij l de afstand van eenig punt (x, y, z) tot A. Dan zijn de componenten van eene snelheid A langs den lichtstraal:

$$\frac{x}{l} A, \quad \frac{y}{l} A, \quad \frac{z}{l} A \quad \ldots\ldots\ldots \quad (12)$$

en die van de snelheid $\varkappa \varrho$, tegengesteld aan de bewegingsrichting van den aether,

$$-\varkappa \frac{\partial \varphi}{\partial x}, \quad -\varkappa \frac{\partial \varphi}{\partial y}, \quad -\varkappa \frac{\partial \varphi}{\partial z}.$$

De resultante van A en $\varkappa \varrho$ heeft dus de componenten:

$$\frac{x}{l} A - \varkappa \frac{\partial \varphi}{\partial x}, \quad \frac{y}{l} A - \varkappa \frac{\partial \varphi}{\partial y}, \quad \frac{z}{l} A - \varkappa \frac{\partial \varphi}{\partial z},$$

of

$$\frac{\partial}{\partial x} (A l - \varkappa \varphi), \quad \frac{\partial}{\partial y} (A l - \varkappa \varphi), \quad \frac{\partial}{\partial z} (A l - \varkappa \varphi),$$

waaruit volgt, dat zij loodrecht staat op het oppervlak

$$A l - \varkappa \varphi = \text{const.} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (13)$$

Daar zij echter loodrecht op het golffront gericht moet zijn, is (13) de vergelijking van dit laatste; de verschillende

standen, die het achtereenvolgens inneemt, worden verkregen door aan de constante verschillende waarden toe te kennen.

Wanneer lichtstralen naar het punt A convergeeren moet men (12) vervangen door

$$-\frac{x}{l}A, \quad -\frac{y}{l}A, \quad -\frac{z}{l}A,$$

zoodat de vergelijking van het golffront wordt:

$$Al + \varkappa\varphi = \text{const.} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (14)$$

De eerste uitkomst volgt ook onmiddellijk uit het in § 12 besprokene. Want, wanneer φ den snelheidspotentiaal in het punt (x, y, z), φ_A dien in het punt A voorstelt, dan wordt de tijd noodig voor de uitbreiding der lichtbeweging van het laatste naar het eerste punt, blijkens de genoemde §

$$\frac{l}{A} - \frac{\varkappa}{A^2}(\varphi - \varphi_A).$$

Daar nu die tijd voor alle punten van een golffront dezelfde is, heeft men hem slechts = constant te stellen om de vergelijking van dit laatste te verkrijgen. Men komt daardoor tot (13) terug.

Eveneens staat (14) gelijk met de voorwaarde, dat voor alle punten van het golffront de tijd, dien het licht behoeft, om van daar uit A te bereiken, dezelfde is.

Wanneer in de beschouwde ruimte de snelheid van den aether overal dezelfde richting en grootte heeft kan men gemakshalve de x-as in die richting kiezen. Men krijgt dan:

$$\varphi = \varphi_A + \varrho x. \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (15)$$

en, als ϑ weer de hoek is, dien l met de x-as vormt, gaat (13) over in:

$$l = \frac{C}{A - \varkappa\varrho\cos\vartheta} = \frac{C}{A} + \frac{C}{A^2}\varkappa\varrho\cos\vartheta,$$

waarbij C eene constante is. Dit is de vergelijking van een bol, waarvan de straal de waarde $\frac{C}{A}$ heeft, terwijl het middelpunt op een afstand $\frac{C}{A^2} \varkappa \varrho$ van A ligt, in die richting, naar welke zich de aether beweegt. Alle golffronten zijn dus gelijkvormig met elkander en met de in § 10 besproken elementaire golven; zij hebben het trillingsmiddelpunt tot gelijkvormigheidspunt. Dit alles was te verwachten, want altijd wanneer in eene ruimte de toestand overal dezelfde is, zoodat elementaire golven overal dezelfde gedaante hebben, zullen ook eindige golven, die zich rondom een punt uitbreiden, denzelfden vorm als de elementaire golven vertoonen.

De vergelijking (14) gaat door de onderstelling (15) over in

$$l = \frac{C}{A} - \frac{C}{A^2} \varkappa \varrho \cos \vartheta ;$$

derhalve zal bij lichtstralen, welke in een punt A samenkomen, het golffront op nieuw een bol zijn, maar thans is, als de straal $\frac{C}{A}$ is, het middelpunt op den afstand $\frac{C}{A^2} \varkappa \varrho$ van A gelegen in eene richting, tegengesteld aan die, in welke de aether zich beweegt. De achtereenvolgende standen van het golffront zijn weer gelijkvormig met het vereenigingspunt A der stralen tot gelijkvormigheidspunt en het is dit punt, waarin zich de bolvormige golf samentrekt.

Heeft de aether niet overal dezelfde bewegingsrichting en snelheid, dan mag dit toch voor eene oneindig kleine ruimte steeds worden aangenomen; in het algemeen dus zullen, als de lichtstralen naar één punt convergeeren, de golven in de onmiddellijke nabijheid daarvan den zooeven besproken vorm hebben. Vereeniging der lichtstralen in één punt sluit derhalve steeds eene werkelijke concentratie der lichtbeweging in dat punt in zich.

§ 16. Keeren wij thans terug tot het in § 11 besprokene, en beschouwen wij vooreerst de door het hemellichaam uitgezonden lichtbeweging weer op zoo grooten afstand van de aarde, dat de aether er nog in rust is. Reeds daar kunnen wij de relatieve lichtstralen invoeren; de richting dezer laatste volgt met behulp van het in de vorige § gezegde uit den stand van het golffront. Dit staat (§ 11) loodrecht op de richting, waarin de ster werkelijk geplaatst is. Om derhalve voor dit geval Fig. 12 te construeeren hebben wij PN in de richting te trekken, in welke het licht werkelijk tot ons komt en gelijk te maken aan de snelheid van het licht in de hemelruimte; PE echter moet dezelfde grootte maar de tegengestelde richting hebben als de snelheid der aarde. Want daar wij thans de lichtbeweging in een punt beschouwen, zoo ver van de aarde, dat de aether er nog in rust is, is de relatieve snelheid van den aether gelijk en tegengesteld aan de snelheid der aarde; bovendien hebben wij in den vrijen aether $\varkappa = 1$ te stellen.

De aldus geconstrueerde figuur komt echter geheel overeen met die, welke in de elementaire theorie der aberratie wordt gebezigd en de richting PS, die wij voor den relatieven lichtstraal vinden, is dezelfde, die deze theorie ons leert kennen als die, in welke het licht eener ster schijnbaar tot ons komt. Wanneer wij dus ten slotte bij onze waarnemingen, de gewone correctie wegens de straalbreking in den dampkring aanbrengende, het hemellichaam in de richting SP meenen te zien, zal het verschijnsel der aberratie verklaard zijn.

Inderdaad is dit het geval. De relatieve lichtstralen volgen bij het doordringen in de ruimte, waar de aether door de aarde in beweging gebracht wordt, bij den doorgang door den dampkring, en door het objectief van een kijker, eveneens bij hunne terugkaatsing door een spiegel de gewone wetten der optica, en wanneer zij zich in één punt vereenigen, wordt ook werkelijk de lichtbeweging daar geconcentreerd. Kortom, alles geschiedt, alsof de aarde stilstond en

de relatieve lichtstralen absolute waren. Wanneer wij uit onze waarnemingen, zonder op de beweging der aarde te letten, naar de gewone regels, welke de theorie van het licht voorschrijft, de richting afleiden, die de van eene ster afkomstige stralen op eenigen afstand van de aarde hebben, dan vinden wij de richting der relatieve stralen, die van de lijn, in welke de ster werkelijk geplaatst is, zooveel afwijkt als de elementaire theorie der aberratie het verlangt.

§ 17. Het behoeft nauwelijks vermelding, dat wij, volgens de uiteengezette theorie, ook dan de gewone aberratie zullen waarnemen, wanneer wij de buis van een kijker met eene vloeistof vullen, of, juister gezegd, ook in dit geval zullen wij de ligging van het beeld naar de eenvoudige wetten der optica zien beantwoorden aan de richting van den relatieven lichtstraal, die de aarde bereikt. Wij merkten reeds op, dat deze uitkomst van de door BOSCOVICH voorgeslagen proef door FRESNEL zelf uit zijne onderstelling omtrent den meêsleepingscoëfficiënt werd afgeleid.

KLINKERFUES *), die eene theorie der aberratie opstelde, welke in verschillende opzichten van die van FRESNEL afwijkt, kwam tot het resultaat, dat bij een met vloeistof gevulden kijker eene grootere aberratie zou worden waargenomen dan bij een met lucht gevulden. Eene voorloopige proef †) scheen voor deze opvatting te pleiten, maar latere proeven schijnen geenen invloed van de vloeistofzuil op de aberratie-constante aan het licht gebracht te hebben. Van die latere proeven zegt KLINKERFUES §): »Das Ergebniss dieser und anderer, an Sternen gemachten Versuche hat nun allerdings hinreichende Sicherheit zu zeigen, dass die Aberrations-Constante eines mit Flüssigkeit gefüllten Fernrohrs viel kleiner ist, als ich sie früher vermuthet habe, ein Recht

---

*) KLINKERFUES, *Die Aberration der Fixsterne nach der Wellentheorie* en *Astr. Nachr.* Bd. 66, p. 337.

†) *Die Aberration der Fixsterne*, p. 53.

§) *Astr. Nachr.* Bd. 76, p. 34.

jedoch, die völlige Unabhängigkeit der Aberration vom Instrumente zu proclamiren, geben sie nicht."

Intusschen hebben de metingen van AIRY *) boven allen twijfel verheven, dat binnen de grenzen der waarnemingsfouten de aberratie, die bij een met vloeistof gevulden kijker optreedt, dezelfde is, als bij afwezigheid der vloeistof. De Engelsche sterrenkundige deelt omtrent deze waarnemingen het volgende mede:

»I decided on adopting a vertical telescope, the subject of observation being the meridional zenith-distance of γ Draconis, the same star by which the existence and laws of Aberration were first discovered. The position of this star is at present somewhat more favourable than it was in the time of BRADLEY, its mean zenith-distance north at the Royal Observatory being about 100″ and still slowly diminishing.... I planned an instrument, of which the essential part is that the whole tube, from the lower surface of the object-glass to a plane glass closing the lower end of the tube, is filled with water, the length of the column of water being 35,3 inches. The curvatures of the surfaces of the two lenses constituting the object-glass, adapted, in conjunction with the water, to correct spherical and chromatic aberration, were investigated by myself and verified by my friend Mr. STONE. The micrometer is constructed on a plan arranged by myself, by which the double observation in reversed positions of the instrument can be made with great ease. The reference to the vertical is given by two spirit-levels, both to be read at every single observation."

Uit elke waarneming werd de geographische breedte van het instrument afgeleid door den bij den meridiaandoorgang waargenomen noordelijken zeniths-afstand af te trekken van de declinatie der ster. Bij deze berekening werd de correctie voor de aberratie op de gewone wijze aangebracht. Heeft nu de vloeistofkolom een invloed op de grootte der aberratie dan zal de voor de geographi-

*) *Proc. Royal Soc.* Vol. 20, p. 35; *Phil. Mag.* Ser. 4. Vol. 43, p. 310.

sche breedte gevonden waarde aangedaan zijn met het verschil der in het instrument optredende en der aangenomen aberratie.

Uit een elftal waarnemingen in Maart 1871 werd nu voor de geographische breedte gevonden gemiddeld 51°28'34",4 (uiterste waarden 36",6 en 33",4), uit 14 waarnemingen in September van hetzelfde jaar 51°28'33",6 (uitersten 35",4 en 30",5).

Het instrument was in een afzonderlijk gebouwtje, 340 voet ten Zuiden van den meridiaankijker der Sterrenwacht opgesteld. De breedte van het laatste instrument is 51°28'38",4 en daar 340 voet een boog is van 3",35 is de breedte van de plaats, waar de beschreven waarnemingen verricht zijn, 51°28'35",05.

De overeenstemming met dit getal van de twee bovenstaande uitkomsten is beter dan Airy verwachtte, »consideration being given to the form of the ground. It appears very probable, that at the place of the transit-circle, on the north brow of the hill, the zenithal direction is disturbed towards the north, and the astronomical latitude is too great."

De aberratie zelf bedroeg bij de waarnemingen 19"; naar de hypothese van Klinkerfues had de gevonden geographische breedte van de werkelijke 30" moeten verschillen.

Een jaar later heeft Airy deze waarnemingen met hetzelfde resultaat herhaald *).

§ 18. Eene proef, die hetzelfde bewijst als deze metingen van Airy, is genomen door Hoek †) met eene aardsche lichtbron. Reeds Fresnel merkte op, dat men de proef van Boscovich even goed daarmede als met het licht eener ster nemen kan. Inderdaad komt, zooals wij zagen, alles neêr op de vraag, of de relatieve stralen onafhankelijk van de beweging van de aarde en den aether de gewone wetten der

---

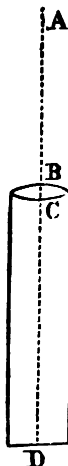
*) *Proc. Royal Soc.* Vol. 21, p. 121.

†) *Astr. Nachr.* Bd. 73, p. 193.

optica volgen, iets, dat men zal kunnen uitmaken door eene proef met lichtstralen te nemen, die, van een met de aarde verbonden voorwerp afkomstig, op deze of gene wijze gebroken of teruggekaatst worden, en te onderzoeken of de loop dier stralen dezelfde is wanneer de bewegingsrichting der aarde nu dezen dan genen stand met betrekking tot de gebezigde toestellen heeft. Volgens onze theorie zullen de relatieve stralen, die van eene aardsche lichtbron uitgaan, zich geheel onafhankelijk van de beweging der aarde gedragen.

Ook Hoek bezigde een kijker met water gevuld. Hij beschrijft zijne proeven aldus:

Fig. 14.



»En A (Fig. 14) j'ai placé la fente d'un collimateur détaché d'un appareil spectral; fente que j'ai éclairée par la lampe monochromatique donnant de la lumière de la raie D. La distance AB était de 1,405 mètres. La colonne d'eau était contenue dans un tube de 2,067 mètres de longueur, qu'on avait fermé d'un côté par une glace [D], de l'autre par une lentille [B C], de 0,507 mètres de distance focale, d'un indice de réfraction de 1,509, et ayant deux rayons de courbure égaux chacun de 0,516 mètres.

L'image du point A était formé à 73 m.m. de distance derrière la glace, et là se trouvait un micromètre filaire.

Toutes ces parties constituantes étaient solidement fixées sur une poutre, de 3,55 mètres de longueur, sur 0,095 mètres d'épaisseur, et 0,095 mètres de largeur. La poutre reposait par trois points sur une caisse qu'on pouvait faire tourner avec facilité; de sorte que l'appareil entier se laissait emmener dans une position voulue sans subir le moindre dérangement.

Je l'ai toujours employé dans le méridien vers midi et minuit.

Voici les résultats de la première expérience prise le 23 Avril 1868, avant minuit:

Série.	Position du micromètre.	Temps moyen d'Utrecht.	Position de l'image en révol. du micr.	Nombre de mesures.
1	. . Nord	11h 30m.	25r,686	6
2	. . Sud	11 35	25 ,702	6
3	. . Nord	11 40	25 ,695	6
4	. . Sud	11 46	25 ,718	6
5	. . Nord	11 52	25 ,741	6
6	. . Sud	11 58	25 ,743	6

La moyenne des positions est donc:

Micromètre	Nord . . .	25r,707	par	3 séries.
»	Sud	25 ,721	»	3 »
Différence	N—S =	— 0,014."		

Op 7 Mei werd voor dit zelfde verschil gevonden + 0r,031 en metingen op een achttal andere dagen gaven dergelijke verschillen. De waarde van eene wenteling van den micrometer was 0,32 m.m.

Naar de opvatting van Klinkerfues had voor N—S meer dan 0,675 wentelingen gevonden moeten worden.

Eindelijk moet nog vermeld worden, dat ook Ketteler *) en, reeds voor Hoek, Respighi †) de proef in den laatsten vorm met dezelfde uitkomst herhaald hebben.

§ 19. De theorie van Klinkerfues, die aan eene vloeistofkolom in den kijker eene vergrooting der aberratieconstante toeschrijft, voert ook tot het resultaat, dat het objectief een dergelijken zij het dan ook kleineren invloed uitoefent, waarvan het bedrag evenredig met de dikte der lenzen zou zijn. Klinkerfues §) berekende dat bedrag voor objectieven, zooals zij veelal gebruikt worden, en verkreeg eene uitkomst, die juist toereikende zou zijn om het verschil te verklaren, dat er tusschen de aberratieconstante volgens Delambre en die volgens Struve bestaat.

Door den eersten sterrenkundige werden in 1809 een zeer

*) *Astron. Undulationstheorie*, p. 66.

†) *Memor. di Bologna* (2) II, 279.

§) *Die Aberration der Fixsterne*, p. 41.

groot aantal waarnemingen van verduisteringen der wachters van Jupiter, uit de voorafgaande 150 jaren, aan berekening onderworpen; hij verkreeg daardoor voor den tijd, dien het licht behoeft, om den gemiddelden afstand van de zon tot de aarde af te leggen, 493,2 sec. Hieruit kan de aberratieconstante worden afgeleid; zij wordt dan 20″,25. Daarentegen heeft STRUVE uit plaatsbepalingen van sterren in 1845 de waarde 20″,45 verkregen. Dit verschil is het, dat KLINKERFUES uit de dikte van het objectief wilde verklaren.

Wanneer de meêsleepingscoëfficiënt de waarde $1 - \frac{1}{n^2}$ heeft, zal volgens onze theorie de aberratieconstante geheel onafhankelijk zijn van het objectief. Dat dit ook uit de theorie van FRESNEL volgt, werd o. a. door VELTMANN aangetoond, en ook HOEK was van oordeel, dat de invloed van het objectief in elk geval op verre na niet zoo groot kon zijn als door KLINKERFUES werd aangenomen. Hij stelde dan ook tegenover de verklaring, die deze van het aangewezen verschil gaf, eene andere *), hierop neerkomende, dat men voor het oogenblik, waarop een wachter van Jupiter in de schaduw der planeet treedt, het tijdstip zal houden, waarop hij ons nog eene bepaalde kleine hoeveelheid licht toezendt, dat men daardoor elke verduistering te vroeg zal waarnemen en wel des te meer, naarmate men verder van de planeet verwijderd is. Hierdoor zou inderdaad de lichtsnelheid te groot en de aberratieconstante te klein gevonden worden; HOEK maakt het waarschijnlijk, dat eene fout van 1 pCt. op deze wijze zou kunnen ontstaan

Hij merkt echter op, dat deze verklaring onzeker wordt gemaakt door de omstandigheid, dat men niet weet, of DELAMBRE alleen van intredingen der wachters of ook van uittredingen gebruik gemaakt heeft.

Men weet inderdaad zoo weinig van deze berekeningen van DELAMBRE, die niet in druk, en waarschijnlijk ook niet in manuscript bewaard zijn gebleven, dat men evenmin beweren kan, dat de aberratie niet uit de lichtsnelheid ver-

*) *Astr. Nachr.* Bd. 70, p. 193.

klaard kan worden, die uit de verduisteringen der manen van Jupiter volgt, als dat dit wel (op minder dan 1 pCt. na) het geval zou zijn.

De geheele vraag blijft dus onbeslist. In 1875 heeft GLASENAPP *) in eene discussie van alle beschikbare eclipsen van den eersten wachter tusschen 1848 en 1870 aangetoond, dat voor den door DELAMBRE bepaalden tijd uitkomsten tusschen 496 en 501 sec. kunnen verkregen worden, wanneer men verschillende groepen dezer waarnemingen gebruikt, en verschillende hypothesen bezigt.

Daarentegen kan de uitkomst van STRUVE nagenoeg onveranderd worden gehandhaafd. NYRÈN †), die eene veel langere reeks van waarnemingen aan berekening onderwierp, waarbij bovendien waarnemingen met verschillende instrumenten voorkwamen, heeft onlangs als definitieve waarde der aberratieconstante afgeleid 20",492 ± 0",006.

§ 20. Geene proef over de met de aberratie in verband staande verschijnselen is zoo beroemd geworden als die, waardoor ARAGO aantoonde, dat bij den doorgang door een prisma de relatieve lichtstralen steeds, onafhankelijk van de beweging der aarde, de gewone wetten der breking volgen. Ongelukkigerwijze is de proef nooit op eene aan hare belangrijkheid geëvenredigde wijze beschreven.

Wat aanleiding gaf tot het onderzoek verhaalt ARAGO in zijn *Notice biographique* over FRESNEL §). Voor de emissietheorie leverde de experimenteel vastgestelde gelijkheid in voortplantingssnelheid van het licht, dat door verschillende lichtbronnen wordt uitgezonden, een groot bezwaar op; al wilde men onderstellen, dat alle sterren de lichtdeeltjes met dezelfde snelheid uitstooten, dan zou toch, zoodra deze aan de algemeene aantrekkingskracht onderworpen waren (iets, dat ARAGO aannemelijk voorkwam), die snelheid bij verwijdering

*) Ik ontleen dit aan NEWCOMB, *Measures of the velocity of light* in *Astronomical papers prepared for the use of the American Ephemeris and Nautical Almanac.* Vol. 2, p. 114 (*Nature,* Vol. 34, p. 29). De verhandeling zelf van GLASENAPP, die in het Russisch verscheen, ken ik niet.

†) *Mémoires de l'Acad. de St. Pétersbourg,* 7e Sér., T. 31, No. 9.

§) ARAGO, *Oeuvres complètes,* T. I, p. 107.

van het hemellichaam kleiner en kleiner worden. »N'est-ce donc pas," zegt Arago *) »contre le système de l'émission une objection formidable que cette parfaite égalité de vitesse, dont toutes les observations font foi?" en hij gaat dan voort:

»Il existe un moyen très-simple d'altérer notablement, sinon la vitesse absolue d'un rayon, au moins sa vitesse relative; c'est de l'observer pendant sa course annuelle, quand la terre se dirige soit vers l'astre d'où ce rayon émane, soit vers la région diamétralement opposée. Dans le premier cas, c'est comme si la vitesse du rayon se trouvait accrue de toute celle de notre globe; dans le second, le changement a numériquement la même valeur, mais la vitesse primitive est diminuée. Or, personne n'ignore que la vitesse de translation de la terre est comparable à celle de la lumière, qu'elle en est la dix-millième partie. Observer d'abord une étoile vers laquelle la terre marche et ensuite une étoile que la terre fuit, c'est avoir opéré sur des rayons dont les vitesses diffèrent entre elles de un cinq-millième. De tels rayons doivent être inégalement réfractés. La théorie de l'émission fournit les moyens de dire en nombres à combien l'inégalité s'élèvera, et l'on peut voir ainsi qu'elle est fort supérieure aux petites erreurs des observations. Eh bien, des mesures précises ont complètement démenti le calcul: les rayons émanés de toutes les étoiles, dans quelque région qu'elles soient situées, éprouvent précisément la même réfraction."

De proeven zelf worden door Biot †) aldus beschreven:

»Le prisme dont Arago s'est servi dans ses expériences, était placé devant l'objectif d'un cercle répétiteur, de manière à n'en couvrir qu'une partie; de sorte que l'on pouvait observer successivement le rayon lumineux direct à travers la lunette seule, et le même rayon dévié par le prisme. En tenant compte des temps où les deux observations étaient faites, on ramenait l'astre, par le calcul, à une même hauteur sur l'horizon. La différence des angles observés directement et à travers le prisme donnait la déviation éprouvée par le

---

*) T. a. p. p. 156.

†) Biot, *Traité élémentaire d'astronomie physique*, 3e édition, T. V, p. 364.

rayon lumineux. En observant ainsi les étoiles de l'écliptique qui passaient au méridien à 6 heures du soir, la terre, qui tourne sur elle-même, comme autour du soleil, d'occident en orient, marchait, sur son orbite, dans le même sens que leur lumière; et par conséquent celle-ci n'avait, en arrivant sur le prisme, que la différence des deux vitesses. Le contraire avait lieu pour les étoiles qui passaient au méridien à 6 heures du matin, et la terre allait en sens contraire de leur lumière. Mais cette opposition, qui aurait dû donner une différence de 50 secondes sexagésimales dans les déviations observées, n'y a produit aucun changement appréciable."

Men weet, hoe Arago de uitkomst der proeven met de emissietheorie in overeenstemming bracht door aan deze de onderstelling toe te voegen, dat de hemellichamen lichtdeeltjes met allerlei verschillende snelheden uitzenden, maar dat slechts de deeltjes, die het oog met eene enkele bepaalde snelheid bereiken, den indruk van licht kunnen teweeg brengen. Fresnel echter toonde aan, dat zijne onderstelling omtrent het meêsleepen der lichtgolven door de ponderabele stof tot eene verklaring der proef leidt. Na het onderzoek der voorgaande §§ behoeft hier niet nader uiteengezet te worden, dat ook de hier voorgedragen theorie deze verklaring geeft. Want ook volgens deze wordt door een kijker steeds de richting der relatieve lichtstralen, welke het objectief bereiken, waargenomen en volgen deze stralen bij hunnen loop door een prisma, de gewone wetten der breking. Richt men dus den kijker eerst rechtstreeks op de ster en vervolgens op het beeld daarvan, dat door een prisma gevormd wordt, dan zal de hoek tusschen de beide standen naar de gewone regels kunnen bepaald worden.

Eene zaak moet hierbij intusschen worden opgemerkt. Wanneer de ster ons homogeen licht toezendt, waarvan het aantal trillingen per tijdseenheid N is, dan zal in elk met de aarde verbonden punt, dus ook in elk punt van het prisma, dat door het licht wordt getroffen, de evenwichtsverstoring volgens § 11 niet N, maar N' maal in de tijdseenheid alle phasen doorloopen. De breking van den rela-

tieven straal zal nu wel naar de gewone wetten geschieden, maar de brekingsindex zal, wegens het verschil van N en N' eene andere waarde kunnen hebben dan wanneer de aarde stilstond, en *hierdoor* zal bij een enkel prisma, of bij een stelsel van prisma's, dat eene kleurschifting vertoont, de afwijking van den relatieven straal door de beweging der aarde eene wijziging kunnen ondergaan. Bij de proef van ARAGO is deze omstandigheid echter buiten spel gebleven, daar hij een achromatisch prisma heeft moeten bezigen. Aan de zooeven besproken wijziging der breking wegens het verschil van N en N' zal eene verplaatsing, tengevolge van de beweging der aarde, van de lijnen in het spectrum eener ster beantwoorden. Ik zal dit punt echter thans laten rusten, want eerst dan zal men theoretisch de dispersie in een prisma, dat zich beweegt, kunnen behandelen, wanneer men zich eene voorstelling heeft gevormd omtrent het mechanisme der lichtbeweging in eene ponderabele stof, die zich ten opzichte van den aether beweegt. Daarbij zou op den voorgrond treden de vraag of de dispersie rechtstreeks met een verschil in golflengte, of met een verschil in trillingstijd samenhangt.

Bij de proef van ARAGO moet eindelijk nog in aanmerking genomen worden, dat in den regel elke verandering in de richting, in welke een lichtstraal op een prisma valt, ook eene vergrooting of verkleining van de afwijking tengevolge heeft. Alleen dan zal dus het licht van twee sterren, in verschillende richtingen ten opzichte van de aarde geplaatst, dezelfde afwijking ondergaan, wanneer de relatieve stralen van beiden onder denzelfden hoek op het prisma vallen. Vergelijkt men echter bij eene zelfde ster het geval, dat de aarde in rust is met dat, waarin zij zich beweegt, en neemt men daarbij aan, dat de invalshoek van de *ware* stralen in beide gevallen dezelfde is, of vergelijkt men in deze zelfde onderstelling de breking van het licht der eene ster met die van de stralen der andere, dan zullen verschillende afwijkingen voor de relatieve stralen gevonden worden, daar deze nu eens dezen dan genen invalshoek hebben.

De bedoelde verschillen zijn het, die Hoek *) bij zijne bespreking van Arago's proef uit de theorie afleidde, en die hij zich voorstelde bij eene herhaling der proef te constateeren. Het bedrag ervan kan gemakkelijk uit de differentiaalformules worden afgeleid, welke aangeven, hoe bij een prisma de richting van den uittredenden straal wordt gewijzigd door eene kleine richtingsverandering van het invallende licht. Zooals Hoek opmerkt vallen de bedoelde verschillen weg, wanneer slechts sterren worden waargenomen, die juist in de richting geplaatst zijn, in welke de aarde zich beweegt, of in de tegengestelde, en eveneens wanneer bij het minimum van deviatie wordt waargenomen; inderdaad in het eerste geval hebben de ware en de relatieve lichtstraal dezelfde richting en in het laatste geval heeft eene kleine verandering in den invalshoek geen invloed op de afwijking.

Hoek meent in de omstandigheid, dat bij het minimum van afwijking is waargenomen, de ware verklaring der proef van Arago te zien. Daarbij gaat hij m. i. te ver. Zeker zal het uit een experimenteel oogpunt de voorkeur verdienen, de kleinste afwijking waar te nemen, daar dan geene fouten kunnen ontstaan uit eene toevallige kleine draaiing van het prisma. Maar ook alleen uit een experimenteel oogpunt. Theoretisch zal men door een prisma in een willekeurigen stand onwrikbaar aan den kijker te verbinden, en dezen dan eerst zoo te stellen, dat het directe beeld eener ster in een bepaald punt van het focale vlak van het objectief valt, en daarna zoo, dat de stralen, welke door het prisma gegaan zijn, een beeld vormen in hetzelfde punt, tusschen de beide standen van den kijker denzelfden hoek vinden, welke ster men ook beschouwe; want de relatieve stralen vallen dan steeds onder denzelfden hoek op het prisma †).

---

*) *Recherches astronomiques de l'Observatoire d'Utrecht*, 1re livr., p. 36.

†) Met de opvatting van Hoek omtrent de proef van Arago hangen een paar andere door hem gemaakte opmerkingen samen. Vooreerst vergelijkt hij, als hij de werking van het objectief van een kijker be-

§ 21. Wij hebben in § 15 aangetoond, dat wanneer de relatieve lichtstralen zich in één punt vereenigen, het golffront zich in dat punt samentrekt, en daaruit het besluit getrokken, dat eene werkelijke concentratie der lichtbeweging plaats heeft. Volkomen juist zou dit zijn, wanneer trillingen over de geheele uitgestrektheid van een gesloten golffront bestonden. Zoodra echter — en dit is bij onze optische instrumenten steeds het geval — de lichtbeweging zich slechts over een begrensd deel van een golffront uitstrekt, moet, strikt genomen de theorie der buigingsverschijnselen te hulp geroepen worden, om te beslissen in

---

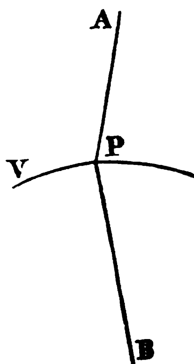
spreekt, dit laatste met een stelsel prisma's (*Recherches astron.* 1re livr. p. 51) en zegt, dat de beweging der aarde van invloed moet zijn op de afwijking, welke de stralen ondergaan, die de peripherische deelen van de lens treffen. Denken wij ons den kijker steeds op den waren stand eener ster gericht, dan zal de richting van de invallende relatieve stralen afhangen van de zijde, naar welke zich de aarde beweegt; daarvan hangt dan eveneens de invalshoek af, onder welken die stralen op een bepaald deel van het objectief vallen; de invloed, dien eene kleine verandering van dien hoek op de afwijking der randstralen zou kunnen hebben, wordt door Hoek beschouwd.

Wanneer men vasthoudt aan de stelling, dat voor de relatieve lichtstralen de gewone wetten der breking gelden, wordt de zaak zeer eenvoudig. Want of al de lichtstralen, die op het objectief van den kijker vallen, in het hoofdbrandpunt daarvan vereenigd zullen worden, wanneer zij eerst evenwijdig aan de as van den kijker loopen, en of, wanneer zij eerst een kleinen hoek daarmede vormen, een scherp beeld op eene bijas der lens zal ontstaan, zijn vragen uit de gewone theorie der lenzen.

De andere opmerking van Hoek, waarop ik doelde, is deze, dat de aberratieconstante wegens de straalbreking in den dampkring eene met de hoogte van het hemellichaam eenigszins veranderlijke waarde moet hebben. Wanneer men namelijk de richting, die nabij het oppervlak der aarde de relatieve van eene ster afkomstige lichtstraal volgt, vergelijkt met de richting, die, als de aarde stilstond, de ware straal in hetzelfde punt zou hebben, dan blijkt de hoek tusschen beiden wegens de atmospherische straalbreking een weinig te verschillen van de aberratie, die bij afwezigheid der lucht bestaan zou. Het verschil is zeer gering, maar men kan, ook al was het grooter, de complicatie, die hieruit bij de herleiding van astronomische waarnemingen zou voortspruiten, vermijden, wanneer men *eerst* de correctie voor de refractie aanbrengt, en dan op de daardoor voor den relatieven straal buiten den dampkring gevonden richting de gewone formules voor de aberratie toepast.

hoeverre het licht in één punt geconcentreerd wordt; volkomen is dit dan nooit het geval. Vandaar de wenschelijkheid, om te onderzoeken, of de beweging der aarde op de diffractieverschijnselen van invloed is.

Fig. 15.



a. Zij (Fig. 15) V het grensvlak tusschen twee homogene middenstoffen, en A een vast met de aarde verbonden, en dus in de figuur stilstaand lichtpunt. Laat het licht zich van hier tot V voortplanten zonder door zijdelingsche beletselen eene merkbare buiging te ondergaan; laat echter het grensvlak V, of het doorschijnende deel daarvan begrensd zijn. In het tweede medium treedt dan een buigingsverschijnsel op en de beweging in een willekeurig punt B daarvan is de resultante van de bewegingen, die door de verschillende elementen van V worden doorgelaten. Kiezen wij, ten einde de phaseverschillen te leeren kennen, met welke de interferentie plaats heeft, een willekeurig punt P van V uit en berekenen wij den tijd, dien de lichtbeweging behoeft, om zich van A naar P en vandaar naar B uit te breiden. Men vindt daarvoor (§ 12):

$$\frac{AP}{A_1} + \frac{PB}{A_2} - \mu(\varphi_B - \varphi_A), \quad \ldots\ldots (16)$$

waarbij μ de in § 13 aangegeven beteekenis heeft, en A_1 en A_2 op het eerste en het tweede medium betrekking hebben.

Berekent men de waarde van (16) voor verschillende plaatsen van het punt P, dan blijft de laatste term steeds dezelfde; de phaseverschillen, waarmede de partieele bewegingen in B samentreffen, worden dus door de tijden

$$\frac{AP}{A_1} + \frac{PB}{A_2}$$

bepaald; zij zijn derhalve even groot als wanneer de aarde in rust was.

Daaruit volgt, dat, wat de verdeeling der lichtintensiteit over de ruimte achter V betreft, de beweging der aarde geen invloed heeft.

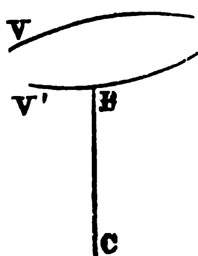
De phase der resulteerende trilling in B wordt echter door die beweging gewijzigd. Want, vergeleken met het geval, dat de aarde stil staat, komt thans elke partieele trilling in B een tijd

$$\mu(\varphi_B - \varphi_A)$$

vroeger aan; derhalve zal ook de resulteerende trilling door de beweging der aarde even veel vervroegd worden. Daar nu die tijd van de ligging van B afhangt, zullen de phaseverschillen tusschen de resulteerende trillingen in verschillende punten van het tweede medium door de beweging der aarde gewijzigd worden.

Men moet dit in aanmerking nemen, wanneer op de tweede middenstof eene derde, waarvoor de waarde A_3 geldt, volgt, die er door een grensvlak V' (Fig. 16) van gescheiden is, en wanneer men in die laatste stof het buigingsverschijnsel wil onderzoeken. Zij B eenig punt van V', C een willekeurig punt daarachter. Staat de aarde stil, dan bestaat in B eene trilling, die, zelf het resultaat van de voorafgaande diffractie, zich in den tijd

Fig. 16.



$$\frac{BC}{A_3}$$

naar C zal voortplanten. Beweegt de aarde zich, dan wordt die tijd

$$\frac{BC}{A_3} - \mu(\varphi_C - \varphi_B),$$

maar daar de trilling in B dan reeds $\mu(\varphi_B - \varphi_A)$ vervroegd was, komt zij ten slotte in C een tijd

$$\mu(\varphi_C - \varphi_A)$$

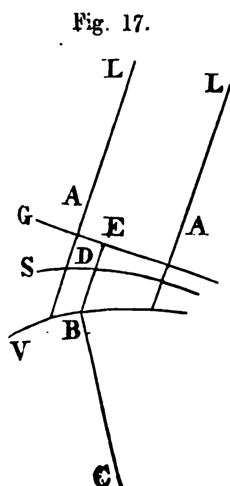
vroeger aan. Daar dit onafhankelijk is van de ligging van B zullen weer de partieele trillingen in C met dezelfde phaseverschillen interfereeren, de aarde moge zich bewegen, of niet, en zal ook de verdeeling der lichtsterkte over de ruimte achter V' dezelfde zijn.

Men kan deze uitkomst gemakkelijk uitbreiden tot het geval van een willekeurig aantal op elkander volgende middenstoffen, terwijl zij ook geldig blijft, wanneer voor en achter eenig grensvlak dezelfde stof aanwezig is, zoodat men met de gewone buiging door eene opening, of door een systeem van openingen te doen heeft. Ook eene diffractie in het teruggekaatste licht kan op dezelfde wijze behandeld worden.

Komt, bij eene stilstaande aarde, het buigingsverschijnsel in eene der middenstoffen ten naaste bij neer op concentratie van het licht in een enkel punt, dan is dat in dezelfde mate het geval, als de aarde zich beweegt.

b. Laat op het grensvlak V van de eerste en tweede middenstof (Fig. 17) een bundel evenwijdige relatieve stralen $L\,A$, van eene ster afkomstig, vallen. Wanneer het eerste medium de vrije aether is kunnen dit de rechtstreeks door eene ster uitgezonden stralen zijn; het is echter ook mogelijk, dat deze stralen reeds door terugkaatsing of breking aan platte oppervlakken eene richtingsverandering ondergaan hebben. Men kan aanstonds zeggen, dat de verschijnselen op hetzelfde zullen neerkomen, alsof in de richting $A\,L$ op grooten afstand van V een met de aarde verbonden lichtpunt geplaatst was; alleen zou dit, als wij eene enkele van de ster afkomstige lichtsoort beschouwen, N' (§ 11) trillingen in de seconde moeten uitvoeren, als N het ware trillingsgetal van die lichtsoort is. Daarbij moet onder α in de vergelijking (3) van § 11 de hoek verstaan worden,

Fig. 17.



dien de richting, in welke eerst de stralen van de ster de aarde bereiken, met de bewegingsrichting dezer laatste maakt, want bij alle volgende terugkaatsingen en brekingen blijft voor de relatieve stralen het met dien hoek berekende getal N' onveranderd.

Mocht men eenig bezwaar hebben tegen de invoering van een denkbeeldig, vast met de aarde verbonden lichtpunt in de richting AL, dan kan men de zaak als volgt behandelen.

Op de in § 15, *c* aangegeven wijze kan de gedaante worden bepaald van een nabij het grensvlak gelegen golffront in het eerste medium. Kiest men een vlak G, dat loodrecht op de stralen LA staat, tot xy-vlak en de positieve z-as in de richting, naar welke zich de stralen voortplanten, dan moet eene snelheid met de componenten

$$-\varkappa \frac{\partial \varphi}{\partial x}, \quad -\varkappa \frac{\partial \varphi}{\partial y}, \quad -\varkappa \frac{\partial \varphi}{\partial z} + A$$

loodrecht op het golffront staan; dit laatste heeft dus tot vergelijking:

$$-\varkappa \varphi + A z = \text{const.},$$

of

$$-\mu \varphi + \frac{z}{A} = C, \quad \ldots \ldots \ldots \ldots (17)$$

als C standvastig is.

Om vervolgens de phase van de trilling te bepalen, die een willekeurig punt C van het tweede medium van het element B van het grensvlak ontvangt, trekken wij uit B evenwijdig aan AL eene lijn, die het golffront S in D snijdt, en merken op, dat voor den weg DBC het licht een tijd

$$\frac{DB}{A_1} + \frac{BC}{A_2} - \mu(\varphi_C - \varphi_D) \quad \ldots \ldots (18)$$

behoeft. De phaseverschillen, waarmede de trillingen interfereeren, die C van de verschillende punten van het grensvlak ontvangt, hangen alleen van de verschillende waarden af, die deze grootheid aanneemt, daar overal langs het golf-

front S de phase dezelfde is. Nu kan men echter, wanneer BD verlengd zijnde het vlak G in E snijdt, blijkens (17) schrijven:

$$- \mu \varphi_D + \frac{ED}{A_1} = C,$$

waardoor (18) overgaat in:

$$\frac{EB}{A_1} + \frac{BC}{A_2} - \mu \varphi_C - C.$$

Daar nu, wanneer voor B verschillende punten van het grensvlak worden gekozen, de beide laatste termen dezer uitdrukking niet veranderen, hangen de phaseverschillen slechts af van de waarden, die

$$\frac{EB}{A_1} + \frac{BC}{A_2}$$

aanneemt. Deze termen stellen echter juist den tijd voor, dien, als de aarde stilstond en de lijnen LA ware stralen waren, het licht zou behoeven, om over B van het vlak G, dat dan een golffront zou zijn, C te bereiken. Daaruit volgt echter, dat dan de phaseverschillen in tijdseenheden uitgedrukt, dezelfde zullen zijn, als wanneer de aarde zich beweegt, en LA relatieve stralen zijn. Is nu bovendien de periode der evenwichtsverstoringen in eenig punt der figuur in beide gevallen dezelfde dan zullen ook de phaseverschillen in trillingstijden uitgedrukt, even groot worden. De verdeeling der lichtsterkte in de ruimte achter V zal dus, wanneer eene ster licht uitzendt met het ware trillingsgetal N, dezelfde zijn, als wanneer de aarde in rust was, de ster in de richting der relatieve stralen geplaatst was en het trillingsgetal N' was (§ 11). Ook nu kan deze uitkomst uitgebreid worden tot het geval, dat verscheidene middenstoffen op elkander volgen.

c. De bovenstaande beschouwingen zijn onmiddellijk van toepassing op de diffractie door een traliescherm. Bezigt men eene aardsche lichtbron dan zal aan de traliespectra door

de beweging der aarde geene verandering worden aangebracht; experimenteert men daarentegen met het licht van een hemellichaam, dan zal door die beweging geene andere verplaatsing der lijnen in de spectra veroorzaakt worden dan beantwoordt aan de overeenkomstig het beginsel van DOPPLER gewijzigde trillingstijden. Voor het zonlicht bestaat deze laatste wijziging niet en daarmede werkende zal men dus volgens onze theorie geen invloed van de beweging der aarde op de traliespectra moeten bespeuren.

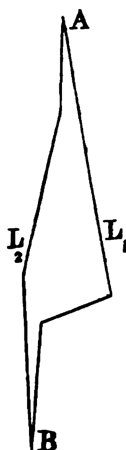
Door BABINET *) en ÅNGSTRÖM †) werd uit theoretische beschouwingen eene andere gevolgtrekking afgeleid. De laatste natuurkundige meende bij gelegenheid van de proeven ter bepaling van de golflengten van het zonlicht die gevolgtrekking, zij het dan ook met weinig zekerheid, bevestigd te vinden. Naderhand heeft MASCART §) de zaak op nieuw experimenteel onderzocht en geen invloed van de beweging der aarde op de traliespectra van het zonlicht kunnen constateeren. Tevens bleek bij rechtstreeksche vergelijking van zonlicht met eene aardsche lichtbron, dat de overeenkomstige lijnen van de spectra dezelfde afwijking vertoonen.

§ 22. Evenmin als de verschijnselen der buiging kunnen bij het gebruik van aardsche lichtbronnen die der interferentie eene verandering ondergaan door de beweging der aarde, terwijl, wanneer men met de van een hemellichaam afkomstige stralen werkt, ook hier geene andere wijziging kan optreden dan die, welke het gevolg is van den volgens het beginsel van DOPPLER gewijzigden trillingstijd. Laat, om het eerste nader toe te lichten, A (Fig. 18) een lichtpunt zijn, met de aarde verbonden, en laat de trillingen langs twee wegen het punt B bereiken. Gemakshalve nemen wij aan, dat bij elk dier wegen de voortplanting van A naar B niet door diffractie gestoord wordt; wij onderstellen dus, dat wanneer wij op de in §§ 12 en 13 gevolgde wijze het

*) *Comptes rendus*, T. 56, p. 415.

†) POGG. *Ann.*, Bd. 123, p. 500.

§) *Ann. de l'École Normale*, 2e Série, T. 1, p.p. 166, 188.



beginsel van HUYGENS toepassen, bij elken weg, een vrij breed golffront gevonden wordt, waarin B niet te dicht bij den rand ligt. Wij kunnen dan twee relatieve stralen van A naar B trekken, die door L_1 en L_2 kunnen worden voorgesteld; zij volgen in hunnen loop de gewone wetten der terugkaatsing en breking (waardoor zij tusschen A en B eens of meermalen in richting gewijzigd kunnen worden); wilden wij ook niet-homogene middenstoffen beschouwen dan zouden de stralen uit kromme lijnen kunnen zijn samengesteld. Hoe dit zij, wanneer $d s_1$ een element van L_1 is, dan is de tijd voor het doorloopen daarvan met de snelheid B (§ 12) noodig:

$$\frac{d s_1}{A} - \mu \frac{\partial \varphi}{\partial s_1} d s_1$$

en dus de tijd voor den geheelen straal vereischt

$$\int \frac{d s_1}{A} - \mu (\varphi_B - \varphi_A) .$$

Daar voor L_2 op dezelfde wijze de uitdrukking

$$\int \frac{d s_2}{A} - \mu (\varphi_B - \varphi_A)$$

wordt verkregen, is het verschil der twee tijden onafhankelijk van de snelheidspotentialen, dus ook van de beweging der aarde.

Door BABINET *) is het eerst eene proef genomen, die deze onafhankelijkheid van een interferentie-verschijnsel van de beweging der aarde bewijst; naderhand werden dergelijke

*) *Comptes rendus*, T. 9, p. 774.

proeven door HOEK *) en KETTELER †) verricht. Uit de theorie van FRESNEL werd het feit o. a. door STOKES en VELTMANN verklaard.

§ 23. De verklaring, die in het voorafgaande van een aantal verschijnselen gegeven werd, berust bij de meeste op de omtrent den meêsleepingscoëfficiënt gemaakte onderstelling. Dat werkelijk in eene doorschijnende ponderabele stof, die zich beweegt, de aether niet geheel in die beweging deelt, en de lichtgolven die dientengevolge slechts ten deele mede uitvoeren, werd rechtstreeks aangetoond door de bekende proef van FIZEAU §), waarbij lichtstralen interfereerden, die door buizen met stroomend water gegaan waren. De uitkomsten der proef waren zoo, als men ze bij de aangenomen waarde van den mêesleepingscoëfficiënt verwachten zou, maar eene scherpe bepaling van den coëfficiënt uit deze proeven is niet mogelijk.

Zulk eene bepaling kan veel beter door proeven verkregen worden, waarbij grootere snelheden voorkomen, proeven dus liefst, waarbij de snelheid der aarde eene rol zou kunnen spelen. Feitelijk kan elke proef, als die van ARAGO of die van BOSCOVICH, of de waarneming van elk interferentieverschijnsel, waarbij eene zekere lengte eener doorschijnende stof in eene richting doorloopen wordt, die nu dezen, dan genen hoek vormt met de bewegingsrichting der aarde, ter bepaling der coëfficiënten k en $\varkappa$ dienen. Al deze proeven hebben nu de uitkomst $k = 1 - \frac{1}{n^2}$ opgeleverd, maar de vraag is met welken graad van nauwkeurigheid. HOEK heeft dit zoowel bij zijne interferentieproef als bij de door hem genomen proef van BOSCOVICH bepaald; naarmate de lengte der gebezigde vloeistofkolom grooter is zal men den coëfficiënt met meerdere nauwkeurigheid kunnen vinden.

Overigens is het natuurlijk van belang te weten, in hoe

*) *Versl. en Meded.* 2e reeks, Deel II, p. 189; *Archives néerl.* T. 3 p. 180.

†) *Astron. Undulationstheorie*, p. 67.

§) *Comptes rendus*, T. 83, p. 349; POGG. *Ann.* Erg. 3, p. 457.

verre de vergelijking $k = 1 - \frac{1}{n^2}$ voor elke kleur afzonderlijk doorgaat *); eveneens, wat bij dubbelbrekende lichamen voor deze betrekking in de plaats moet komen. MASCART †) heeft door zijne proeven over de interferentieverschijnselen in het gepolariseerde licht bij dikke evenwijdig aan de as gesneden kalkspaathplaten, welke verschijnselen van de beweging der aarde alwêer onafhankelijk bleken te zijn, eene belangrijke bijdrage tot de beantwoording der laatste vraag geleverd.

Natuurlijk hangt bij al de genoemde verschijnselen de graad van nauwkeurigheid, waarmede men er den meêsleepingscoëfficiënt uit kan afleiden, ervan af, hoe groot dan wel bij elke proef de snelheid is, die de aether ten opzichte van de ponderabele stof bezit. De beteekenis der proeven van ARAGO en BOSCOVICH is niet dezelfde in eene theorie, welke den aether geheel in rust laat en in eene andere, welke hem ten deele met de aarde laat voortgaan. In de oorspronkelijke theorie van STOKES kan uit geene dezer proeven iets over den meêsleepingscoëfficiënt worden afgeleid.

De taak der lichttheorie blijft het, om van de waarde, die de waarnemingen voor den coëfficiënt opleveren, rekenschap te geven, of, juister gezegd, de theorie moet eerst nog aantoonen, dat er van een meêsleepingscoëfficiënt sprake kan zijn. Zij moet een mechanisme aangeven, waardoor werkelijk de evenwichtsverstoring, die eerst in een punt P (Fig. 9) bestaat (hetzij dan in den aether of in de ponderabele stof) na den tijd dt alleen gevonden wordt in den aether en de ponderabele stof, die zich dan op het oppervlak van een bol met P' als middelpunt bevinden.

§ 24. De vraag, of de aether al dan niet aan de beweging der aarde deelneemt, kan door de tot nog toe besproken verschijnselen niet worden beslist. Want zij kunnen even goed verklaard worden uit de onderstellingen van

---

*) VELTMANN, POGG. *Ann.* Bd. 150, p. 529.

†) *Annales de l'École norm.*, 2e Série, T. 1, p. 191.

§ 8, die eene beweging van den aether toelaten, als uit de theorie van FRESNEL, die deze beweging geheel uitsluit. Wilden wij alleen op de behandelde verschijnselen letten, dan zouden wij nog mogen aannemen, dat ondoorschijnende lichamen ondoordringbaar voor den aether zijn, zoodat deze b. v. in eene kijkerbuis bijna geheel in de beweging der aarde zou deelen.

Men kan echter andere overwegingen te hulp roepen. Wanneer men een barometerbuis doet hellen, en daardoor het kwik die buis geheel doet vullen, moet de aether, die eerst boven het kwik aanwezig was, door het kwik, of door het glas (of tusschen beide stoffen door) zijn heengedrongen. Men zou dezelfde proef met eene ondoorschijnende, b. v. eene metalen barometerbuis kunnen nemen. Of, om een ander geval te nemen, wanneer door eene vermeerdering van den luchtdruk de veerkrachtige doos van een metaalbarometer wordt samengedrukt moet een deel van den daarin aanwezigen aether de doos door den wand heen verlaten hebben. Want elke theorie zal op gronden, die hier niet vermeld behoeven te worden, eene samendrukbaarheid van den aether ontkennen.

Tegenover dergelijke verschijnselen zal, geloof ik, elk natuurkundige de doordringbaarheid voor den aether ook van ondoorschijnende lichamen, althans wanneer deze eene dikte hebben, zooals die bij onze proeven voorkomt, toegeven. En men heeft dan nog slechts tusschen twee mogelijkheden te kiezen. Of de geheele aarde is eveneens vrij doordringbaar, of, al zijn ondoorschijnende lichamen dit bij de zooeven genoemde afmetingen, zij zijn het niet meer bij eene dikte, die duizenden malen grooter is.

Wellicht schijnt sommigen de laatste opvatting de meest aannemelijke. Zoodra men aan de atomen der gewone stof eene zekere uitgebreidheid toekent, en zich voorstelt, dat waar zulk een atoom zich bevindt, geen aether zijn kan, zal toch, hoe klein de atomen ook zijn vergeleken met hunne onderlinge afstanden, bij genoegzame dikte eener ponderabele stof van geene volkomen doordringbaarheid meer sprake kunnen zijn.

Mij komt het echter voor, dat de andere opvatting minstens even eenvoudig, zoo niet eenvoudiger, is. Het is mogelijk, dat wat wij een atoom noemen, en wat wij aether noemen, wel degelijk dezelfde plaats beslaan kan, dat b. v. een atoom niet anders is dan eene plaatselijke toestandsverandering in den aether, en dan is het eenigszins begrijpelijk, dat een atoom zich bewegen kan zonder dat de aether er naast eenige snelheid verkrijgt. Wie deze opvatting aanneemt komt weer tot de theorie van FRESNEL terug; de bovenstaande beschouwingen hebben dan, behalve de vereenvoudiging in de bewijsvoering, geene andere beteekenis, dan dat er uit blijkt, dat het niet de aberratieverschijnselen zijn, die ons tot deze theorie dwingen.

In elk geval zal men echter m. i. wel doen, zich omtrent eene zoo belangrijke vraag niet te laten leiden door beschouwingen over de meerdere of mindere waarschijnlijkheid of eenvoudigheid van de eene of de andere opvatting, maar naar proeven om te zien, die ons leeren kunnen, of werkelijk aan het oppervlak der aarde de aether ten opzichte van deze laatste in relatieve beweging is, en zoo ja, met welke snelheid.

§ 25. Er zijn mij slechts twee onderzoekingen bekend, die op deze vraag betrekking hebben. Vooreerst heeft FIZEAU *) gevonden, dat de beweging der aarde een invloed heeft op de draaiing van het polarisatievlak door glaszuilen. Tegen de gevolgtrekking van dezen natuurkundige, dat de aether nabij de aarde niet in relatieve rust is, kan, geloof ik, geene bedenking worden gemaakt, maar m. i. kan uit zijne proeven niet aanstonds worden afgeleid, dat de relatieve snelheid van den aether juist zoo groot is als de onderstelling van FRESNEL vereischt. Eene nadere bespreking dezer proeven moet echter hier achterwege blijven, daar zij zou moeten berusten op een onderzoek naar de wijziging, die de grensvoorwaarden bij de terugkaatsing en breking door de beweging der ponderabele stof ondergaan.

---

*) *Ann. de Chim. et de Phys.* 3e Série. T. 58, p. 129.

In de tweede plaats heeft MICHELSON *) eene vernuftige interferentieproef genomen, waaruit hij een besluit trekt, lijnrecht aan dat van FIZEAU tegenovergesteld.

MICHELSON merkt nl. op, dat, wanneer de aether niet door de aarde wordt medegevoerd, de tijd, dien het licht behoeft, om van een met de aarde verbonden punt A naar een tweede dergelijk punt B te gaan en vandaar naar A terug te keeren, moet afhangen van den hoek, dien de lijn $A\,B$ met de bewegingsrichting der aarde maakt. Is D de afstand $A\,B$, A de snelheid van het licht, g die der aarde, dan is, wanneer deze laatste de richting van A naar B heeft, de tijd voor den heengang noodig $\frac{D}{A-g}$, die, welke voor den teruggang vereischt wordt, $\frac{D}{A+g}$, zoodat de som van beide tijden wordt $\frac{2\,A\,D}{A^2-g^2}$, of op zeer weinig na, $\frac{2\,D}{A} + 2\,D\frac{g^2}{A^3}$. Daarentegen zou, volgens MICHELSON, wanneer g loodrecht op $A\,B$ staat, de heen- en weergang in den tijd $\frac{2\,D}{A}$ plaats hebben. Het verschil:

$$\tau = 2\,D\frac{g^2}{A^3}$$

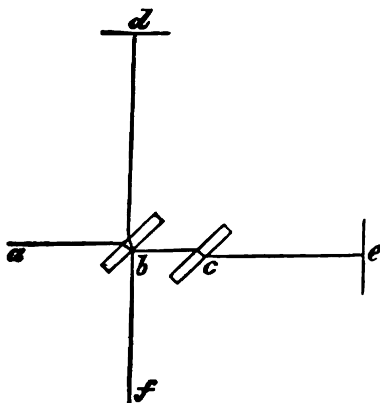
zal, wanneer D 1 Meter is, een merkbaar deel van den trillingstijd zijn; en eene proef, waarbij twee stralen interfereeren, die, de een in de richting van g, de ander loodrecht daarop, over een afstand D zijn heen en weer gegaan, moet dit verschil aan het licht kunnen brengen.

MICHELSON bracht zulk eene interferentie teweeg met een toestel, die eenige overeenkomst heeft met den interferentiaalrefractor van JAMIN. Twee even dikke glasplaten b en c (Fig. 19) waren evenwijdig aan elkander, verticaal opgesteld. Op de eerste vielen horizontale lichtstralen $a\,b$,

---

*) *American Journ. of Science.* 3d Series, Vol. 22, p. 120.

Fig. 19.



die deels aan de achterzijde der plaat werden teruggekaatst volgens *b d*, deels doorgelaten volgens *b c e*. Beide stralen vielen loodrecht op de zilverspiegels *d* en *e*, en keerden dus volgens denzelfden weg naar *b* terug, waar thans de straal *d b* werd doorgelaten, terwijl *e c b* aan dezelfde zijde der plaat, waar de eerste reflectie plaats had, teruggekaatst werd. De stralen *b f* werden in een kijker opgevangen, waarin men een dergelijk interferentiebeeld waarnam als bij den interferentiaalrefractor.

De geheele toestel, met inbegrip van lichtbron en kijker, kon om eene verticale as worden gedraaid, en daarbij kon, wanneer de proeven op een geschikt tijdstip verricht werden, beurtelings de arm *b d* en de arm *b e* in de richting gebracht worden, in welke zich de aarde beweegt. Volgens MICHELSON zou bij den overgang uit den eenen stand naar den anderen de tijd, dien het licht voor een heen- en weergang noodig heeft, voor den eenen arm met:

$$2\,D\,\frac{g^2}{A^3}$$

verlengd, voor den anderen evenveel verkort worden, wanneer D de lengte der armen voorstelt. Door de wenteling zou dus het phaseverschil, waarmede de stralen interfereeren, eene verandering ondergaan, die, in trillingstijden uitgedrukt, door:

$$4\,\frac{D}{\lambda}\cdot\frac{g^2}{A^2}$$

kan worden voorgesteld, als λ de golflengte is. Neemt men hiervoor de golflengte van het gele licht, dan wordt voor $D = 1{,}2$ M. de laatste uitdrukking ongeveer 0,08.

Derhalve zouden bij de boven besproken wenteling de interferentiestrepen zich over 0,08 van hun onderlingen afstand moeten verplaatsen.

In werkelijkheid wordt de zaak iets minder eenvoudig. MICHELSON deed zijne proeven in het begin van April Worden dan op den middag beurtelings de twee armen i de richting Oost-West gebracht, dan zal de verandering de phaseverschillen kleiner zijn dan zooeven berekend werd omdat de richting, in welke de aarde zich beweegt, niet i het vlak der beide armen valt, maar een zekeren hoek daar mede maakt. MICHELSON berekent, dat door deze oorzaak d verplaatsing der interferentiebanden, die wij steeds in hunne onderlingen afstand als eenheid zullen uitdrukken, tot 0,04 moet worden verminderd.

Aan den anderen kant ligt het voor de hand, bij de th orie van FRESNEL aan te nemen, dat de aether evenmin a aan de beweging der aarde om de zon zal deelnemen a de beweging, welke het zonnestelsel ten opzichte van d vaste sterren uitvoert, en dat dus de werkelijke relatie beweging der aarde ten opzichte van den aether zal ve kregen worden door de snelheid der aarde in hare ba samen te stellen met die, welke het zonnestelsel bezit. U de uitkomsten, die men omtrent deze laatste bewegin verkregen heeft, volgt, dat op den tijd, waarop MICHELSO de proef nam, de resultante eene voor het beoogde effec zeer gunstige richting en grootte had, zoodat zelfs een verplaatsing van 0,16 verwacht zou kunnen worden. We is ons nu de beweging van het zonnestelsel met betrekking tot den aether der hemelruimte niet met zekerheid bekend, maar op de getallen 0,048 en 0,16 lettende, meende MICHELSON in elk geval eene verplaatsing der interferentiestrepen te mogen verwachten, die niet veel van 0,1 verschilt.

De plaats der strepen werd bepaald met een oculairmicrometer, uit een verdeeld glasplaatje bestaande. De afstand van de banden bedroeg 3 schaaldeelen, en daar de stand van de middelste donkere streep bepaald werd tot op $^1/_4$ schaaldeel, was in de bovengekozen eenheid uit-

gedrukt elke aflezing nauwkeurig tot op $^1/_{12}$ ($^1/_{24}$ werd nog geschat).

Er werden 4 reeksen van waarnemingen verricht, bij elke waarvan aan den toestel 5 volle wentelingen werden gegeven, en wel voortgaande met hoeken van 45^0, zoodat 5 aflezingen van den stand der middelste streep werden verricht als de arm *b d* de noordelijke, evenveel wanneer hij de noordoostelijke richting had, enz.

Neemt men bij de eerste reeks het gemiddelde van alle aflezingen, waarbij *b d* de noordelijke, of de zuidelijke richting heeft, en eveneens het gemiddelde van alle aflezingen bij eene westelijke of oostelijke richting van *b d*, dan wordt het verschil van beide gemiddelden, de standverandering van de middelste streep dus, die aan een wenteling uit de richting zuid—noord naar de richting oost—west zou moeten worden toegeschreven (steeds in den onderlingen afstand der banden als eenheid uitgedrukt) + 0,017. Op dezelfde wijze geven de 3 andere reeksen — 0,025, + 0,030, + 0,067. Het gemiddelde van deze uitkomsten is + 0,022.

Werd op dezelfde wijze de stand der middelste lijn bij eene noordoostelijke richting van *b d* vergeleken met den stand bij de zuidwestelijke richting, dan gaven de 4 reeksen de verschillen + 0,050, — 0,033, + 0,030, + 0,087; gemiddeld + 0,034.

Van de beide verschillen + 0,022 en + 0,034 is het eerste te klein, om als de verplaatsing, die men zocht, beschouwd te kunnen worden, en had het laatste 0 moeten zijn. De verschillen zijn eenvoudig als waarnemingsfouten te beschouwen, wat ook in overeenstemming is met de fout, die men bij elke aflezing begaan kon. Bovendien was in de waargenomen standveranderingen een regelmatige gang, van anderen aard dan het verwachte verschijnsel zou meêbrengen, te bespeuren.

Michelson komt derhalve tot het besluit, dat wenteling van den toestel geene verplaatsing der interferentiebanden teweeg brengt, dat de theorie van Fresnel verlaten moet worden, maar dat de (oorspronkelijke) theorie van Stokes door de waarnemingen bevestigd wordt.

§ 26. Tegenover deze gevolgtrekkingen meen ik te kunnen opmerken, dat volgens de theorie van FRESNEL niet eene verplaatsing der strepen te verwachten is, zoo groot als MICHELSON meent, maar slechts eene half zoo groote.

Om dit te doen zien zullen wij nogmaals den invloed onderzoeken, dien de beweging der aarde op het phaseverschil bij een interferentieverschijnsel uitoefent, maar thans met inachtneming van grootheden, die met betrekking tot g/A van de tweede orde zijn; inderdaad is het door MICHELSON gezochte effect blijkens de vorige § van die orde. Wij zullen bij deze beschouwing uitgaan van de onderstellingen van § 8; wij kunnen dan ten slotte tot de theorie van FRESNEL terugkeeren.

Vooreerst verdient het opmerking, dat wanneer de tweede macht der snelheid van de aarde en van die van den aether in rekening gebracht wordt, het in § 12 gegeven bewijs voor de rechtlijnigheid van een lichtstraal niet meer doorgaat, en dat ook de relatieve stralen niet meer aan de gewone wetten der terugkaatsing en breking zullen gehoorzamen. Wanneer dus in Fig. 18 voor eene stilstaande aarde L_1 een lichtstraal is, die, van A uitgaande, na een willekeurig aantal terugkaatsingen en brekingen, het punt B bereikt, dan zal, als de aarde zich beweegt, de lichtstraal tusschen A en B van dien weg afwijken; noemen wij dezen nieuwen straal L_1'. De gedaante ervan wordt, zooals men gemakkelijk inziet, bepaald door de voorwaarde, dat onder alle wegen, die van A naar B leiden, en met elk terugkaatsend of brekend oppervlak, dat bij L_1 in het spel komt, een punt gemeen hebben, L_1' die is, voor welken de tijd:

$$\tau = \int \frac{ds}{B}$$

een minimum wordt. Daarbij moet thans voor B de waarde genomen worden, die in de formule (6) van § 12 is opgegeven. Voor L_1' moet dus:

$$\tau = \int \frac{d\,s}{A + \varkappa\,\varrho\,\cos\vartheta - \frac{\varkappa^2\,\varrho^2}{2\,A}\,\sin^2\vartheta}$$

een minimum worden; wij kunnen daarvoor schrijven

$$\tau = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3,$$

wanneer wij stellen

$$\tau_1 = \int \frac{d\,s}{A}, \qquad \tau_2 = -\int \frac{\varkappa\,\varrho\,\cos\vartheta}{A^2}\,d\,s = -\,\mu\,(\varphi_B - \varphi_A),$$

$$\tau_3 = \tfrac{1}{2} \int \frac{\varkappa^2\,\varrho^2}{A^3}\,(1 + \cos^2\vartheta)\,d\,s. \;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\; (19)$$

Daar τ_2 voor alle wegen tusschen A en B dezelfde waarde heeft moet

$$\tau_1 + \tau_3$$

voor L_1' een minimum worden.

Het schijnt moeilijk, hieruit in het algemeen iets over de gedaante van L_1' af te leiden, maar wij kunnen voor ons doel volstaan met de volgende redeneering.

Wanneer de middenstoffen, de terugkaatsende en brekende oppervlakken, en de punten A en B gegeven zijn, is L_1 geheel bepaald; ook L_1' zal dat zijn, zoodra de beweging van den aether overal gegeven is. Onderstellen wij, dat L_1 en L_1' bekend zijn. Wij zullen dan die wegen vergelijken niet met *alle* andere, die van A naar B voeren, maar slechts met *eenige* daarvan, met die nl., welke van L_1 op eene dergelijke wijze afwijken als L_1' dat doet, maar alleen in meerdere of mindere mate. Om intusschen geene dubbelzinnigheid over te laten omtrent de wegen, welke ik bedoel, is eene nadere definitie noodig; ik geef die met een zekere willekeur, maar dit doet aan de minimum-eigenschap van L_1' geen afbreuk. Ik kies nl. op L_1 tusschen A en B oneindig vele andere punten, en op L_1' een even groot aantal punten en ik zal de punten op de beide wegen, die van A af gerekend hetzelfde

rangnummer hebben, overeenkomstige punten noemen. Daarbij voer ik slechts deze beperking in, dat de punten, waar L_1 en L_1' een zelfde terugkaatsend of brekend oppervlak treffen, overeenkomstige moeten zijn.

Door elk paar overeenkomstige punten P en P' trek ik eene willekeurige lijn, onder dien verstande, dat wanneer P en P' telkens verder van A worden genomen, de lijn geleidelijk van vorm verandert, en dat wanneer P en P' op een zelfde terugkaatsend of brekend oppervlak liggen, de geheele lijn PP' daarop ligt. Wanneer nu op elke lijn PP' een punt p wordt genomen, zoodat tusschen de langs de lijn gemeten afstanden de betrekking $Pp = \varepsilon \times PP'$ bestaat, met dezelfde waarde van ε voor alle lijnen PP', dan is de lijn l, waarop al de punten p liggen, een der wegen, die ik met L_1 en L_1' vergelijken zal.

Al deze wegen worden verkregen, door aan ε achtereenvolgens verschillende waarden toe te kennen. Is $0 < \varepsilon < 1$, dan ligt l tusschen L_1 en L_1'; van den weg, die aan $\varepsilon = \frac{1}{2}$ beantwoordt, zal men b.v. kunnen zeggen, dat hij half zooveel van L_1 afwijkt als L_1'. Men kan echter ook $\varepsilon > 1$ nemen; p ligt dan op het verlengde van PP' aan de zijde van P' en de weg l wijkt van L_1 meer af dan L_1'. Wordt ε negatief gekozen, dan valt p op het verlengde van PP' aan de andere zijde en l wijkt van L_1 in tegengestelden zin af als L_1'.

Is eenmaal de geheele bundel der beschreven lijnen geconstrueerd, dan kan elke daarvan door ééne veranderlijke bepaald worden. Daarvoor kan ε dienen; ik zal echter eene andere grootheid, die met ε samenhangt, nemen.

Te dien einde kies ik onder al de punten P op L_1 er een uit, b.v. het punt, waar L_1 het eerste terugkaatsende of brekende oppervlak ontmoet. Daarmede is tevens eene keus gedaan onder al de lijnen PP'; de lengte van de gekozen lijn zal ik ξ noemen en een weg l bepalen door het stuk $Pp = x$, dat hij van PP' afsnijdt. Voor L_1 is dan $x = 0$, voor L_1' $x = \xi$, en in het algemeen $x = \varepsilon\,\xi$. De grootheid ξ zij positief; x kan positief of negatief zijn.

Elke grootheid, die op eene der lijnen l betrekking heeft,

zal nu eene functie van x zijn, dus ook τ_1 en τ_3. Daar verder ξ en ook alle andere waarden van x, die wij te beschouwen hebben, zeer kleine grootheden zijn, kunnen wij τ_1 en τ_3 naar het theorema van MAC-LAURIN ontwikkelen. Duiden wij door insluiting in haakjes de waarden voor $x = 0$ aan, die dus op den weg L_1 betrekking hebben, dan verkrijgen wij:

$$\tau_1 = (\tau_1) + x\left(\frac{\partial \tau_1}{\partial x}\right) + \tfrac{1}{2} x^2 \left(\frac{\partial^2 \tau_1}{\partial x^2}\right) + \ldots$$

$$\tau_3 = (\tau_3) + x\left(\frac{\partial \tau_3}{\partial x}\right) + \ldots .$$

Daar echter τ_1 voor L_1 een minimum wordt, verdwijnt de grootheid $\left(\frac{\partial \tau_1}{\partial x}\right)$. Derhalve moet voor $x = \xi$ de uitdrukking

$$\tfrac{1}{2} x^2 \left(\frac{\partial^2 \tau_1}{\partial x^2}\right) + \ldots + x\left(\frac{\partial \tau_3}{\partial x}\right) + \ldots$$

een minimum worden. Daaruit volgt de betrekking

$$\xi\left(\frac{\partial^2 \tau_1}{\partial x^2}\right) + \ldots + \left(\frac{\partial \tau_3}{\partial x}\right) + \ldots = 0, \quad \ldots \ldots (20)$$

waarbij de achter elke grootheid weggelaten termen hoogere machten van ξ bevatten dan die grootheid.

Nu is echter τ_3 en dus ook $\left(\frac{\partial \tau_3}{\partial x}\right)$ blijkens de formule (19) van de orde $\frac{\varrho^2}{A^2}$, terwijl τ_1 en $\left(\frac{\partial^2 \tau_1}{\partial x^2}\right)$ den factor $\frac{\varrho}{A}$ niet bevatten. Derhalve volgt uit (20), dat ξ van de orde $\frac{\varrho^2}{A^2}$ is, en daarmede wordt de uitdrukking $\tau_1 + \tau_3$ voor den straal L_1', dus voor $x = \xi$, zeer eenvoudig. Want in τ_1 is dan de term $\tfrac{1}{2}\xi^2 \left(\frac{\partial^2 \tau_1}{\partial x^2}\right)$ reeds van de vierde orde, en in τ_3 de term $\xi\left(\frac{\partial \tau_3}{\partial x}\right)$ van de derde orde met betrek-

king tot $\frac{\varrho}{A}$ of $\frac{g}{A}$. Beperken wij ons tot de termen van de tweede orde, dan mogen wij dus voor L_1' schrijven

$$\tau_1 + \tau_3 = (\tau_1) + (\tau_3),$$

d. w. z. de tijd, dien het licht behoeft, om van A naar B te komen, kan berekend worden door in plaats van den werkelijken weg L_1' nog steeds den weg L_1 te nemen, dien het volgen zou, wanneer de aarde stilstond.

Wij hebben boven ondersteld, dat $\left(\frac{\partial \tau_3}{\partial x}\right)$ niet 0 is. Mocht dat wel het geval zijn, dan zou $\xi = 0$ aan de vergelijking (20) voldoen, zoodat men onmiddellijk tot de zoo even verkregen uitkomst zou komen.

De toepassing op de interferentieverschijnselen ligt voor de hand. Wanneer in Fig. 18 een element van L_1 door $d s_1$ wordt aangeduid, zal de tijd, dien het licht noodig heeft, om langs den eenen weg van A naar B te komen, worden voorgesteld door

$$\int \frac{d s_1}{A} - \mu (\varphi_B - \varphi_A) + \tfrac{1}{2} \int \frac{\varkappa^2 \varrho^2}{A^3} (1 + \cos^2 \vartheta)\, d s_1.$$

De overeenkomstige tijd voor den tweeden weg L_2 is

$$\int \frac{d s_2}{A} - \mu (\varphi_B - \varphi_A) + \tfrac{1}{2} \int \frac{\varkappa^2 \varrho^2}{A^3} (1 + \cos^2 \vartheta)\, d s_2$$

en het phaseverschil, waarmede de interferentie in B plaats heeft, wordt in tijdseenheden uitgedrukt

$$\int \frac{ds_1}{A} - \int \frac{ds_2}{A} + \tfrac{1}{2} \int \frac{\varkappa^2 \varrho^2}{A^3} (1 + \cos^2 \vartheta)\, ds_1 - \tfrac{1}{2} \int \frac{\varkappa^2 \varrho^2}{A^3} (1 + \cos^2 \vartheta)\, ds_2.$$

Daar de beide eerste termen het phaseverschil voorstellen, dat bestaan zou, wanneer de aarde stil stond, bepaalt

$$\tfrac{1}{2} \int \frac{\varkappa^2 \varrho^2}{A^3} (1 + \cos^2 \vartheta)\, d s_1 - \tfrac{1}{2} \int \frac{\varkappa^2 \varrho^2}{A^3} (1 + \cos^2 \vartheta)\, d s_2$$

de verandering in het phaseverschil, die door de beweging der aarde wordt veroorzaakt.

Bewegen zich de interfereerende lichtstralen overal in de lucht, dan mag men, althans met eene zeer kleine fout, $x = 1$ stellen. Neemt men voorts de theorie van FRESNEL aan, dan is de relatieve snelheid ϱ van den aether ten opzichte van de aarde overal gelijk en tegengesteld aan de snelheid g van de aarde zelf. De verkregen uitdrukking gaat dan over in

$$\frac{g^2}{2\,A^3}\left[\int(1+\cos^2\vartheta)\,d\,s_1-\int(1+\cos^2\vartheta)\,d\,s_2\right], \ldots \quad (21)$$

waarin A de snelheid van het licht in de lucht is en onder ϑ de hoek moet verstaan worden, dien een element van den lichtstraal met de bewegingsrichting der aarde vormt. Wanneer de toestel van MICHELSON met den eenen arm in de bewegingsrichting der aarde geplaatst wordt, verschillen de beide wegen, welke het licht volgt, alleen hierdoor van elkaâr, dat bij den eenen een stuk van de lengte $2\,D$ (verg. de vorige §) voorkomt, waarvoor $\cos^2\vartheta = 0$ is, bij den anderen een even lang stuk, waarvoor $\cos^2\vartheta = 1$ is. Is L_1 de eerstgenoemde weg, dan wordt dus (21)

$$-D\frac{g^2}{A^3}.$$

Wordt vervolgens de toestel over een hoek van 90^0 gedraaid, dan wordt voor den eersten weg $\cos^2\vartheta = 1$, voor den tweeden $\cos^2\vartheta = 0$, en (21) gaat over in

$$+D\frac{g^2}{A^3},$$

zoodat door de wenteling eene verandering van het phaseverschil optreedt, die door $2\,D\,\frac{g^2}{A^3}$, of in trillingstijden door

$$2\frac{D}{\lambda}\frac{g^2}{A^2}$$

wordt voorgesteld, eene verandering dus, die half zoo groot is, als die, welke MICHELSON verwachtte.

Gaat men na, in welk opzicht MICHELSON's redeneeringen van de hier medegedeelde afwijken, en waardoor hij tot eene tweemaal grootere uitkomst kwam, dan blijkt het, dat terwijl de beide beschouwingen overeenstemmen, wat het heen- en weergaan over den afstand D in de bewegingsrichting der aarde betreft, zij van elkaar verschillen met betrekking tot dien arm van den toestel, welke loodrecht op deze richting geplaatst is. Volgens de formules van deze § behoeft het licht, om over een afstand D, die loodrecht op de bewegingsrichting der aarde staat, heen en weer te gaan, een tijd

$$\frac{2\,D}{A} + D\,\frac{g^2}{A^3}, \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (22)$$

terwijl MICHELSON dien tijd op $\frac{2\,D}{A}$ stelt.

Dat hij dit ten onrechte doet kan men ook op de volgende wijze inzien. Wanneer (Fig. 19) $b\,e$ de richting heeft, in welke zich de aarde beweegt, is het een *relatieve* lichtstraal, die langs de lijn $b\,d$ naar den spiegel d en langs dezelfde lijn weer teruggaat. De ware lichtstraal — en deze is het, die bij de theorie van FRESNEL met de snelheid A doorloopen wordt — volgt een anderen weg; hij maakt nl. met $b\,d$ een hoek, gelijk aan de aberratieconstante en wel vóór de terugkaatsing door den spiegel d aan de eene zijde, daarna aan de andere zijde van $b\,d$. En juist daardoor bereikt hij weer het punt b, dat inmiddels met de aarde is voortgegaan.

Zijn t en t' de tijden, waarop eene trilling de terugkaatsingen in b en in d ondergaat, en is t'' de tijd, waarop zij weer de plaat b bereikt, dan moet men in eene figuur, die niet zooals Fig. 19 met de aarde meêgaat, maar in de ruimte stilstaat, onderscheiden de plaatsen b, b' en b'' van het punt b op de tijden t, t' en t'', en de plaats d' van d op den tijd t'. De punten b, d' en b'' zijn dan de hoekpun-

ten van een gelijkbeenigen driehoek en de beide opstaande zijden daarvan worden in werkelijkheid met de snelheid A doorloopen. Daar nu de hoogte van den driehoek D is, heeft men voor de som der opstaande zijden

$$2\sqrt{D^2 + b\,b'^2},$$

of bij benadering

$$2\,D + \frac{b\,b'^2}{D}.$$

Met verwaarloozing van grootheden van hoogere orde mag men zeggen dat $b\,b'$ de weg is, waarover de plaat b is voortgegaan, terwijl het licht den afstand D aflegt. Dus is $b\,b' = g\,\frac{D}{A}$, de som der opstaande zijden wordt

$$2\,D + D\,\frac{g^2}{A^2}$$

en de tijd, voor het doorloopen van dezen weg vereischt,

$$\frac{2\,D}{A} + D\,\frac{g^2}{A^3},$$

in overeenstemming met (22).

Uit het bovenstaande volgt, dat bij de proef van MICHELSON, zelfs wanneer men de voor het beoogde effect meest gunstige onderstellingen maakt, eene verplaatsing der interferentiestrepen te verwachten was, niet = 0,16, maar slechts = 0,08. De verplaatsing zou dus hoogstens gelijk zijn aan het bedrag, waarvan men bij de plaatsbepaling van de middelste streep nog juist zeker is. Zoodra de beweging van het zonnestelsel niet of niet in de onderstelde mate tot het effect bijdraagt, zou de standverandering der banden beneden dat bedrag komen.

Het blijft dus m. i. twijfelachtig, of de onderstelling van FRESNEL door de proef van MICHELSON weêrlegd is. Maar in elk geval zal men uit die proef niet mogen besluiten, dat

de aether, zooals de oorspronkelijke theorie van STOKES het verlangt, geheel de beweging der aarde volgt. Want niet alleen tusschen deze theorie en die van FRESNEL moet beslist worden. Niet alleen de waarden 0 en g kan de relatieve snelheid van den aether ten opzichte van de aarde hebben, maar ook vele andere waarden. En zeker zou, wanneer die snelheid b. v. $= \frac{1}{2} g$ was — wat niet ondenkbaar mag geacht worden — de met de tweede macht der snelheid evenredige standverandering, die de strepen bij eene draaiing ondergaan, bij den toestel van MICHELSON volkomen onmerkbaar zijn.

PROCES-VERBAAL

VAN DE

GEWONE VERGADERING DER AFDEELING NATUURKUNDE,

op Zaterdag 28 April 1886.

Tegenwoordig de Heeren: BUYS BALLOT, Voorzitter, VAN DE SANDE BAKHUYZEN, KOSTER, DE VRIES, RIJKE, DONDERS, STOKVIS, KORTEWEG, KAMERLINGH ONNES, ENGELMANN, MAC GILLAVRY, VAN DER WAALS, LORENTZ, BRUTEL DE LA RIVIÈRE, BAEHR, VAN RIEMSDIJK, MULDER, FRANCHIMONT, HOFFMANN, VAN BEMMELEN, BIERENS DE HAAN, J. A. C. OUDEMANS, PLACE, en C. A. J. A. OUDEMANS, Secretaris.

— Het Proces-Verbaal der vorige zitting wordt gelezen en goedgekeurd.

— Worden gelezen Brieven van dankzegging voor ontvangen werken der Akademie van de navolgenden:

1°. Z. M. den Koning, 's Gravenhage, 19 April 1886; 2°. het Ministerie van Oorlog, 's Gravenhage, 30 Maart 1886; 3°. het Ministerie van Marine, 's Gravenhage, 30 Maart 1886; 4°. het Ministerie van Justitie, 's Gravenhage 8 April 1886; 5°. den Commissaris des Konings in de provincie Noord-Holland te Haarlem, 29 Maart 1886; 6°. Burgemeester en Wethouders der stad Amsterdam, 29 Maart 1886; 7°. de Curatoren der Rijks-Universiteit te Leiden, 2 April 1886; 8°. de Curatoren der Rijks-Universiteit te Utrecht, 2 April 1886; 9°. H. C. ROGGE, Bibliothe-

caris der Universiteit te Amsterdam, 30 Maart 1886; 10°. den Bibliothecaris van het Wiskundig Genootschap: »Een onvermoeide arbeid komt alles te boven" te Amsterdam, 30 Maart 1886; 11°. G. F. WESTERMAN, Directeur van het Koninklijk Zoölogisch Genootschap »Natura Artis Magistra" te Amsterdam, 27 Maart 1886; 12°. GUYE, Redacteur van het Nederlandsch Tijdschrift voor Geneeskunde te Amsterdam, 30 Maart 1886; 13°. de Directeuren der Nederlandsche Handelmaatschappij te Amsterdam, 2 April 1886; 14°. J. BOSSCHA, Secretaris der Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen te Haarlem, 31 Maart 1886; 15°. A. J. ENSCHEDÉ, Bibliothecaris der stads Bibliotheek te Haarlem, 3 April 1886; 16°. G. C. W. BOHNENSIEG, Conservator van TEYLER's Stichting te Haarlem, 7 April 1886; 17°. A. KLUYVER, Bibliothecaris van de Maatschappij der Nederlandsche Letterkunde te Leiden, 31 Maart 1886; 18°. H. G. VAN DE SANDE BAKHUYZEN, Directeur der Sterrenwacht te Leiden, 1 April 1886; 19°. J. TIDEMAN, Secretaris van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs te 's Gravenhage, 31 Maart 1886; 20°. J. J. F. NOORDZIEK, Bibliothecaris van de Tweede Kamer der Staten-Generaal te 's Gravenhage, 31 Maart 1886; 21°. H. VOLLENHOVEN, 's Gravenhage, 1 April 1886; 22°. J. F. L. SCHNEIDER, Bibliothecaris der Polytechnische School te Delft, 1 April 1886; 23°. Burgemeester en Wethouders van Zutfen, 1 April 1886; 24°. L. BROEKEMA, Directeur der Rijkslandbouwschool te Wageningen, 1 April 1886; 25°. den Bibliothecaris van het provinciaal Genootschap van Kunsten en Wetenschapte 's Hertogenbosch, 7 April 1886; 26°. L. G. BERENDS, Gouverneur der Koninklijke Militaire Akademie te Breda, 2 April 1886; 27°. O. STRUVE, Directeur der Nicolai-Hauptsternwarte te Pulkowa, 1886; 28°. E. BURGESS, Secretaris der Boston Society of natural History te Boston, September 1885; 29°. BONOLA, Secretaris der Société khédiviale de Géographie te Caïro, 1 April 1886; 30°. den Bibliothecaris der Public Library te Melbourne, 25 Februari 1886; aangenomen voor bericht.

— Voorts Brieven ten geleide van boekgeschenken van de navolgenden:

1°. Het Ministerie van Binnenlandsche Zaken te 's Gravenhage, 15 April 1886; 2°. het Ministerie van Marine te 's Gravenhage, 14 April 1886; 3°. F. NICHOLSON, Bibliothecaris der Manchester literary and phylosophical Society te Manchester 1885; 4°. SIEGEL, Secretaris der Kais. Akademie der Wissenschaften te Weenen, 30 November 1885; 5°. den Secretaris der Kön. Sächsische Gesellschaft der Wissenschaften te Leipzig, 5 Augustus, 15, 30 October 1885; 6°. den Secretaris van het historische Verein für Unterfranken und Aschaffenburg te Würzburg, September 1885; 7°. E. R. KOCH, Bibliothecaris der Schweizerische Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften te Bern, 1885; 8°. H. WILD, Directeur van het physikalisch Central-Observatorium te St. Petersburg, December 1885; 9°. J. C. PILLING, Directeur der U. S. geological Survey te Washington, 23 November 1885, 23 Januari, 1 Maart 1886; 10°. E. BURGESS, Secretaris der Boston Society of natural History te Boston, September 1885; 11°. den Secretaris der ELLIOT-Society of Science and Art te Charleston, 31 Januari 1886; waarop het gewone besluit valt van schriftelijke dankbetuiging en plaatsing in de Boekerij.

— Tot de ingekomen stukken behooren kennisgevingen van de Heeren A. C. OUDEMANS JR., GRINWIS, BEHRENS en VAN DIESEN, dat zij verhinderd zijn de Vergadering bij te wonen, en voorts eene uitnoodiging van den Voorzitter van het Congrès international d'hydrologie et de climatologie de Biarritz, om één of meer leden der Akademie op 1 Oct. a.s. tot dat congres af te vaardigen. Wordt besloten, op die uitnoodiging later te beslissen.

— De Commissie voor Standaardmeter en -kilogram heeft haar advies nog niet gereed en hoopt dit in de Mei-Vergadering voor te dragen.

— De Heer VAN DER WAALS houdt zijne voordracht

»over de oplosbaarheid der zouten bij verschillende temperaturen."

— De Secretaris leest, op verzoek van den Heer HOEK, de volgende mededeeling:

Den 17den April j.l. zond de Heer ROELANTS, Ingenieur v. d. Waterstaat te Groningen, mij 3 stukken hout, afkomstig van de zeewerken om de landpunt Reide (Reider-Buitenland) nabij Termunten, aan de N.O. kust van de provincie Groningen. Dit hout was ter hoogte van 0.25 à 0.30 M. *boven volzee* door een of ander dier aangetast. De tijd, waarop dat hout aangebracht of aangetast was, is niet bekend.

Een nauwkeurig onderzoek verschafte mij spoedig de zekerheid, dat het hout niet door Limnoria lignorum, maar door een anderen houtvernieler was aangevallen. Wel deed het uitwendig voorkomen aanvankelijk sterk aan hout, door de gribbel aangetast, denken; maar, in de mij van de landpunt Reide gezonden stukken drongen de door het verwoestend gedierte gegraven gangen het hout dieper in, dan bij hout, door Limnoria bewoond, het geval is. De aan elkander en aan den draad van het hout evenwijdig loopende groeven, op het oppervlak van de mij gezonden stukken, gaven wel degelijk den indruk van Limnoria-groeven; zij waren echter veel breeder en dieper dan de groeven aan het oppervlak van hout, door Limnoria geteisterd. De voorname reden, waarom ik van den beginne af wantrouwde, hier met een geval van Limnoria te doen te hebben, is gelegen in de mededeeling omtrent de diepte, waarop deze stukken hout geplaatst zijn geweest. De Limnoria verwoest het hout van halftij of even daarboven, tot laagwater of even daarbeneden; deze stukken daarentegen waren op 0.25 à 0.30 M. *boven volzee* geplaatst geweest.

De meeste gangen waren verlaten: het hout aan het oppervlak wegbrekende, gelukte het mij echter, een wit wormvormig diertje uit een der gangen voor den dag te halen. Het heeft de grootte van een Limnoria, is echter niet van pooten voorzien en week van oppervlak. Het is een in-

secten-larve; weldra vond ik het insect ook: een snuitkevertje, $3^1/_2$ M.m. lang, donkerbruin van kleur en met vrij diepe putjes op het oppervlak der dekschilden.

Jhr. Dr. Ed. Everts te 's Gravenhage benoemde mij het kevertje. Hij schrijft mij dato 20 April 1886: »de door U gezonden kevers behooren tot de Curculioniden en wel is de naam der soort: Phloeophagus spadix Herbst. Deze kever is slechts een enkele maal in Nederland gevonden, o. a. bij den Haag, Zeist en één ex. door de Gavere nabij Groningen. De larven leven in houtwerk van huizen, onder boomschors, enz. De vondst is vooral daarom belangrijk, omdat het dier steeds geïsoleerd voorkomt." enz. enz.

In Calwer's Käferbuch (4th Aufl. 1883) vind ik op blz. 485 omtrent deze soort opgeteekend, dat zij in Oostenrijk, Illyrië, Italië, Zuid-Frankrijk, onder vermolmde boomschors werd aangetroffen.

Van dit dier zond ik een 8-tal exemplaren aan Dr. Everts; een half dozijn bevindt zich in het hierbij gaande fleschje. Werd het stuk hout er aan opgeofferd, dan zou het zeker gelukken hieruit nog meer dan een dozijn exemplaren te verkrijgen. Geïsoleerd, zooals wordt aangenomen, is dus het voorkomen van dit dier volstrekt niet. Dat het een tot nog toe zeldzame kever geldt, maakt deze vondst voor de entomologen belangrijk. Mij komt zij vooral daarom der vermelding waard voor, omdat zoowel het voorkomen van het aangetaste hout, als het voorkomen van de larve, bij eene oppervlakkige beschouwing zeer goed een verwarring met Limnoria lignorum en door haar aangetast hout mogelijk maken; in de tweede plaats, omdat dit het eerste bekende geval schijnt te zijn van verwoesting van zeeweringen, door dit dier aangericht.

— De Heer Kamerlingh Onnes doet mededeeling van de uitkomsten, door Dr. Haga gedurende dezen winter verkregen bij de voortzetting van zijne onderzoekingen over het Thomson's effect (of gelijk men na de onderzoekingen van Dr. Lorentz liever zal zeggen: over de specifieke warmte der electriciteit) in verschillende metalen en bij verschil-

lende temperaturen. Thans heeft Dr. HAGA bepalingen met platina verricht.

De methode van waarneming was dezelfde als die uitvoerig beschreven is in de *Annales de l'Ecole Polytechnique* te Delft. Noemt men t de temperatuur waarbij de specifieke warmte wordt waargenomen, δ de verplaatsing van den evenwichtsstand van den galvanometer, wanneer de richting van den hoofdstroom in den platinadraad wordt omgekeerd, $\frac{dt}{dA}$ de mate van temperatuursverandering per lengteeenheid (millimeter) — dan wordt in de volgende tabel door E_0 het viervoudig THOMSON-effect in graden uitgedrukt aangegeven, zooals het uit de proeven volgt voor 1 ampère en 1^0 temperatuursverandering per millimeter. Daarnaast is gesteld E_c, berekend volgens de volgende lineaire interpolatieformule:

$$E_c = 0^0.0552 + 0^0.00045\ (t - 45^0.2)$$

Deze formule is uit de waarnemingen met behulp van de methode der kleinste kwadraten berekend; de middelbare fout van elke waarneming moet dan op $0^0.00175$ en die van de uitkomst voor $t = 45^0.2$ op $0^0.00058$ gesteld worden. Eindelijk is er ook aan toegevoegd de waarde, berekend uit de interpolatieformule, die uit TAIT's hypothese eveneens met de methode der kleinste kwadraten zou worden gevonden namelijk:

$$E_t = 0.000164\ T$$

waar T de absolute temperatuur aangeeft.

t	δ	$\frac{dt}{dA}$	E_0	E_c	E_t
$35^0.9$	21.0	0.474	0.0499	0.0480	0.0507
$36^0.15$	20.1	»	478	481	507
$36^0.85$	20.8	»	494	484	509
$40^0.2$	20.3	»	483	499	514
$40^0.4$	20.3	»	483	500	514
$52^0.5$	30.5	0.649	529	555	534
$53^0.0$	32.4	»	562	557	535
$53^0.6$	33.4	»	580	560	537
$58^0.0$	33.8	»	587	581	543

De uitkomst van deze waarnemingen is dus zonder twijfel, dat de specifieke warmte der electriciteit in platina eene andere afhankelijkheid van de temperatuur dan in kwik vertoont en de hypothese van TAIT, welke met de waarnemingen in kwik strookte, doch voor welke à priori ook al weinig aan te voeren is, verlaten moet worden. De afhankelijkheid der specifieke warmte van de electriciteit van de temperatuur, acht Dr. HAGA dus in elke stof eene andere.

Ten einde het THOMSON-effect ook in absolute maat uit te drukken, heeft Dr. HAGA, volgens de methode van THOMSON, den weerstand van den platinadraad, die bij de proeven gebruikt werd, bepaald. Het bleek dat 1 m.M. draad de weerstand had van 0.000011092 Ohm bij 13° C.; de weerstand werd bij de berekening evenredig gesteld aan de absolute temperatuur. Het aantal calorieën, dat, volgens de wet van JOULE, een stroom van bepaalde sterkte per secunde ontwikkelde, was dus bekend. Een afzonderlijke proefreeks leerde de temperatuursverhooging, die hiervan het gevolg was, kennen, waaruit het aantal calorieën werd afgeleid, overeenkomende met de waargenomen temperatuurverhooging bij het THOMSON-effect. De absolute waarde van het THOMSON-effect bij 45° werd zoo gevonden gelijk 0.00000125 gramcalorieën in platina, terwijl Dr. HAGA 0.00000069 gramcalorieën in kwik gevonden had.

— De Heer MULDER biedt drie opstellen aan voor de Verslagen en Mededeelingen: 1°. »Broomcyaan tegenover aethylalcohol, 1ste gedeelte; 2°. Over eene nieuwe methode ter polymerisatie van broomcyaan en de structuur van eenige cyanuurverbindingen; 3°. Bijdrage tot de kennis van normaal cyaanzuur en afgeleiden", en licht enkele punten daaruit mondeling toe.

— De Heer A. C. OUDEMANS JR. heeft voor de Verslagen en Mededeelingen ingezonden een opstel: »Over de ontleding van kalium-chloorchromaat en kalium-fluochromaat onder den invloed der warmte."

— Daar er verder niets te verhandelen is, wordt de Vergadering gesloten.

BROOMCYAAN TEGENOVER AETHYLALKOHOL.

DOOR

E. MULDER.

Eerste Gedeelte.

Nadat men de eigenschap had leeren kennen van broomcyaan, om zich te addeeren met normaal cyanuurzuur aethyl, wilde men de verhouding nagaan van broomcyaan tegenover amido-verbindingen, en meer bepaald amido-zuren. Als eerste voorbeeld werd genomen aethylurethaan $NH_2 . CO . OC_2H_5$. Daar dit lichaam ontstaat bij de reactie van broomcyaan op aethylalkohol, is men begonnen deze aan een nader onderzoek te onderwerpen in de verwachting belangrijke verbindingen te ontmoeten, vooral omdat men dan heeft urethaan op het oogenblik van worden.

Reeds had Wurtz *) een gedeeltelijke studie gemaakt betreffende de reactie van chloorcyaan op aethylalkohol, dat in den grond op hetzelfde neêrkomt, en het volgende kan beschouwd worden als een vervolg op den arbeid van dezen voortreffelijken scheikundige, over wiens onderzoekingen later zal worden gehandeld.

Men zal aanvangen met te geven de uitkomsten der proeven gedaan met broomcyaan en *zuiveren* alkohol, en vervolgens die met gewonen absoluten alkohol. In den regel zijn 5 gr. broomcyaan genomen op 10 gr. alkohol, ongeveer beantwoordende aan de verhouding gegeven door $NCBr$ en $4\ C_2H_5 . OH$.

---

*) *Compt. rend.* 22, 504 (1846); *Ann. Ch. und Ph.* 79, 286 (1851).

Broomcyaan op zuiveren alkohol. Bij verhitten van het mengsel in een toegesmolten buis bij 80⁰ gedurende eenige uren, ontsnapt er gas bij openen. Dit gas geeft een neêrslag in barytwater en is kooldioxyde; brandbare gassen schijnen niet te ontstaan. De massa kan nog lang schuimen; en bevat een krystallijn lichaam, dat bleek te zijn broomammonium (gevonden 4,1 pCt. waterstof; NH_4Br eischt 4,0 proc.). Het alkoholisch filtraat laat, geplaatst onder een exsiccator, een vaste massa terug, waarin krystallen zijn te onderscheiden van urethaan, maar ook nog andere krystallen voorkomen. Deze vaste massa werd bij gewone temperatuur behandeld met water, dat het urethaan oplost, benevens eenig broomammonium en nog een weinig van andere stoffen; het terugblijvende zal voortaan *product* A worden *genoemd.* Dit product maakt het hoofddoel uit van onzen arbeid.

De hoeveelheid kooldioxyde ontstaande bij inwerking van broomcyaan op alkohol bij 80⁰ is zoodanig, dat bij openen der buis de geheele inhoud kan worden uitgeworpen. Bij ondervinding nu is gebleken, dat dit te voorkomen is, indien ongeveer 20 uur bij 80⁰ wordt verhit en men daarna opent, vervolgens toesmelt en weder 20 uur verhit, en dit ten derde male herhaalt, zoodat in 't geheel 60 uur bij 80⁰ wordt verwarmd. Na de proef is de inhoud veelal lichtgeel gekleurd. De reactie schijnt het maximum van kracht te bereiken gedurende de laatste 20 uren. Blijft men op gemelde wijze verhitten tot er ten slotte geen drukking meer is, dan erlangt men betrekkelijk minder van product A. Bij openen der buis na de eerste 20 uur, vertoont zich in den regel eenige damp, zeker tengevolge van gevormd broomwaterstof.

Analysen van product A. Men heeft alzoo genoemd, gelijk reeds gezegd, het terugblijvende bij behandeling met water van de vaste massa achterblijvende na verdampen van den alkohol van het alkoholisch filtraat (van broomammonium). Het product werd verschillende malen op een filtrum behandeld met water, door dit, met water gevuld, telkens een halven dag te laten staan, en daarna gedroogd onder een exsiccator.

I. Een hoeveelheid van 0,3039 gr. stof gaf 0,3933 gr. kooldioxyde en 0,1572 gr. water; 0,2823 gr. gaf 22 C.C. stikstof bij 6,5° en 747,41mm. bar. (gecorr.).

II. Van een andere bereiding gaf 0,3749 gr. stof 0,4817 gr. kooldioxyde en 0,1881 gr. water.

III. 0,5041 gr. van een derde bereiding gaf 0,3503 gr. broomzilver, overeenkomende met 0,149 gr. broom.

IV. 0,549 gr. eener nieuwe bereiding gaf 43,5 C.C. stikstof bij 14,2° en 754,2mm. bar. (gecorr.).

V. 0,6986 gr. van een nieuw product gaf 54 C.C. stikstof bij 10,5° en 753,77mm. bar. (gecorr.).

VI. 0,3053 gr. eener zesde bereiding gaf 0,3652 gr. kooldioxyde en 0,1452 gr. water. Ter contrôle werd een tweede analyse gedaan van hetzelfde product; 0,3281 gr. stof gaf 0,3921 gr. kooldioxyde en 0,1601 gr. water.

Berekend op 100 gew.-d. komt dit overeen met:

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
koolstof . . .	35,2	35,0	—	—	—	32,6; 32,6
waterstof. . .	5,7	5,5	—	—	—	5,2; 5,4
stikstof. . . .	9,3	—	—	9,2	9,1	—
broom	—	—	29,5	—	—	—

Het product A zou een secundair product kunnen zijn ontstaan door inwerking van water op een verbinding, deel uitmakende van het mengsel, dat terugblijft bij indampen van het alkoholisch filtraat van broomammonium. Boven medegedeelde analysen moeten er toe leiden, om vooralsnog product A niet te beschouwen als een chemische verbinding, maar als een mengsel.

Analysen van produkten B *en* D (*zie later*). Product A vermengt zich moeielijk met water, en daarom is het veelal genomen in nog vochtigen toestand, ten einde het te laten krystalliseeren uit warm water. De lichamen aangeduid met B en D zijn oplosbaar, dat met C aangeduid is onoplosbaar in water (product A geeft steeds van lichaam C).

I. Van product A werd verhit met water tot het kookpunt, en daarna gefiltreerd, en het afzetsel uit het filtraat geanalyseerd (*a*). Maar veel bleef nog onopgelost, en werd

daarom met een nieuwe hoeveelheid water behandeld, daarna gefiltreerd, en het afzetsel gebracht op een filtrum (*b*). Het terugblijvende werd nog eens uitgekookt met water, waarin het zoo goed als onoplosbaar is; dit is lichaam C (zie later).

a. 0,255 gr. stof gaf 0,3064 gr. kooldioxyde en 0,1263 gr. water (*a*. 1). Een contrôle analyse gaf van 0,3136 gr. stof (*a*. 2) aan water 0,1502 gr. (de koolstof werd niet bepaald). Het zal later nog wel eens voorkomen, dat òf de koolstof alleen, òf de waterstof wordt opgegeven. De reden hiervan is, dat lichaam B zeer vlokkig is, en moeielijk te vermengen, waartoe ter koolstofbepaling soms veel tijd werd genomen, en bij een waterstofbepaling juist omgekeerd snel te werk gegaan (steeds werd vermengd op den trechter).

b. Een hoeveelheid van 0,302 gr. gaf 0,2963 gr. kooldioxyde en 0,1201 gr. water (*b*. 1).

0,453 gr. gaf 29,25 C.C. stikstof bij 7,5^{0} en 753,5$^{mm.}$ bar. (gecorr.) (*b*. 1); van een contrôle bepaling gaf 0,2525 gr. stof 0,2452 gr. kooldioxyde en 0,1053 gr. water (*b*. 2) (vorderde veel tijd ter vermenging, zoodat de waterstof wel iets te hoog kan zijn).

II. Van een ander product A met warm water behandeld, werd het eerste afzetsel geanalyseerd.

0,3274 gr. stof gaf 0,3762 gr. kooldioxyde (waterstof werd niet bepaald).

0,4001 gr. gaf 0,2856 gr. broomzilver, bevattende 0,1215 gr. broom.

Berekend op 100 gew.-d. komt dit overeen met:

	I. *a*		I. *b*		II.
	1.	2.	1.	2.	
koolstof	32,6	—	26,7	26,5	31,3
waterstof.	5,4	5,3	4,4	4,6	—
stikstof.	—	—	7,7	—	—
broom	—	—	—	—	30,3.

Product I *a* werd bij ongeveer 80^{0} opgelost in water, gefiltreerd van een weinig afzetsel, en bij 80^{0} ingedampt tot ongeveer de helft. Het lichaam hieruit afgezet werd geana-

lyseerd. 0,3798 gr. stof gaf 0,4947 gr. kooldioxyde en 0,1922 gr. water. Dit geeft op 100 gew.-d.:

koolstof	35,5
waterstof.	5,6.

Lichaam C. Wordt product A verhit met water, dan blijft een krystallijne stof terug, genoemd lichaam C. Van twee verschillende bereidingen werd achtereenvolgens 0,3005 gr. en 0,1475 gr. stof genomen voor een onderzoek op broom door middel der methode met kalk; er bleek hoegenaamd geen broom in aanwezig te zijn.

Bereiding I (zie boven) liet bij behoorlijk uitkoken met water van lichaam C terug; product A geeft altijd met water verhit lichaam C.

0,1875 gr. gaf 0,3028 gr. kooldioxyde en 0,1291 gr. water; 0,3607 gr. gaf 43 C.C. stikstof bij 5,9^0 en 754,76^{mm} bar. (gecorr.); berekend op 100 gew.-d. heeft men:

koolstof	44,0
waterstof.	7,6
stikstof.	14,4.

Om te weten, of lichaam C is een scheikundige verbinding of een mengsel, werd ongeveer 0,5 gr. verhit met potassa-loog in een waterbad (5,6 gr. kaliumhydroxyde op 105 C.C. water), gefiltreerd, uitgespoeld met water, en omgekrystalliseerd uit kokenden alkohol (de stof was namelijk lichtgeel, daarna kleurloos); dan vooral is lichaam C zeer vlokkig.

0,3391 gr. stof gaf 41 C.C, stikstof bij 5,5^0 en 769,15^{mm} bar. (gecorr.), overeenkomende met:

stikstof. . . . . 14,9 p.c..

Broomcyaan en gewone absolute alcohol. *Lichaam* C. Het product A op dezelfde wijze behandeld met water gaf eveneens van lichaam C, dat uit kokenden alkohol werd omgekrystalliseerd. De massa werd tweemaal uitgekookt met alkohol en gaf dientengevolge twee afzetsels (1 en 2).

1. 0,2809 gr. gaf 0,4568 gr. kooldioxyde en 0,1862 gr. water; 0,3784 gr. gaf 45,25 C.C. stikstof bij 5,9⁰ en 772,98^{mm} bar. (gecorr.);

2. 0,4194 gr. stof gaf 50 C.C. stikstof bij 3,2⁰ en 749,6$^{mm.}$ bar. (gecorr.); berekend op 100 gew.-d. leiden deze analysen tot het volgende:

	1.	2.
koolstof	44,3	—
waterstof	7,3	—
stikstof	14,8	14,5.

Lichaam B. De moederloog van lichaam C gaf als eerste afzetsel een krystallijne stof van deze samenstelling:

0,2476 gr. stof gaf 0,2571 gr. kooldioxyde en 0,1009 gr. water, overeenkomende met:

koolstof	28,3
waterstof	4,5.

Omgekrystalliseerd uit water gaf 0,3469 gr. stof aan kooldioxyde 0,3393 gr. en 0,1329 gr. water; 0,5649 gr. gaf 0,5824 gr. broomzilver, bevattende 0,2478 gr. broom.

0,6582 gr. gaf 41,25 C.C. stikstof bij 3,7⁰ en 745,99$^{mm.}$ bar. (gecorr.); op 100 gew.-d. alzoo:

koolstof	26,6
waterstof	4,2
stikstof	7,6
broom	43,8.

Product A verkregen met gewonen abs. alkohol, schijnt weinig of geen lichaam D te bevatten, maar genoegzaam uitsluitend B en C.

Eigenschappen der lichamen B, D *en* C. Voorloopig heeft men genoemd lichaam D dat met ongeveer 35 p.c. koolstof, B met ongeveer 26 en C met ongeveer 44 p.c. koolstof.

Lichaam B. Product *a.* I is een ander dan A. VI, al komen de analysen met elkander overeen. Product *a.* I smelt bij ongeveer 102⁰, en product A. VI, begon eerst bij 120⁰ ongeveer een weinig te smelten, meer bij 152⁰, en geheel bij ongeveer 177⁰ (bij 115⁰ begon het wat gekleurd te wor-

den). Product *b*. I (lichaam B) smolt bij ongeveer 117° gedeeltelijk, na omkrystallisatie ten deele bij 120,5°, geheel bij 122°; na gesmolten te zijn geweest bij 121,5° gedeeltelijk, geheel bij 122°. Lichaam B gemaakt met gewonen absoluten alkohol begon met te smelten bij 117,5°, geheel bij 121,5°; na gesmolten te zijn geweest geheel bij ongeveer 121°.

Een waterige oplossing van lichaam B zet niets af, zelfs na langdurig koken (geeft dus niet lichaam C); de oplossing geeft geen neêrslag met zilvernitraat, noch ook de moederloog van product A. Lichaam B is oplosbaar in potassaloog bij gewone temperatuur na eenige uren staans (hetzelfde geldt ook van product *a* I); het filtraat geeft geen neêrslag bij neutralisatie met zoutzuur.

Lichaam C is krystallijn en vlokkig als B en D. Het is (genoegzaam) onoplosbaar in kokend water; weinig oplosbaar in kokenden alkohol; onoplosbaar in verdund zoutzuur en potassa-loog. Smelt niet, maar begint met ontleed te worden bij ongeveer 270°.

Lichaam D is nog weinig bekend, en zelfs kan nog niet worden gezegd, of het is een scheikundige verbinding of een mengsel, in ieder geval nadert het zeer tot lichaam B, en niet tot A, dat met water steeds geeft van lichaam C.

Broomcyaan en alkohol bij 50° *enz.*. Zuivere alkohol verhoudt zich wat aangaat de vorming van kooldioxyde en broomammonium ongeveer als gewone abs. alkohol. Bij 50° verhittende met dezen laatsten (5 gr. broomcyaan op 10 gr. alkohol) in een retort in verbinding met een staanden afkoeler (vereenigd met een buis, uitmondende in kwik), had er geen merkbare ontwikkeling plaats van kooldioxyde, en vorming van broomammonium, en evenmin bij 60°. De reactie vangt veelmeer aan bij 70°—80°.

Broomcyaan en alkohol bij gewone temperatuur. Na verloop van ongeveer zes maanden was geen broomammonium afgezet (5 gr. broomcyaan op 10 gr. zuiveren alkohol) in een toegesmolten buis gezet op een donkere plaats. Daarna gezet ergens, waar het daglicht volop kon schijnen en nu en dan de buis vele uren het volle zonlicht kon ge-

nieten, werd na vele maanden een weinig broomammonium afgezet. Na filtratie werd de vloeibare massa gedaan onder een exsiccator; er bleef een dikke massa terug, doormengd met krystallen, die door filtreerpapier gescheiden het karakter vertoonden van urethaan.

Ruw product tegenover water. Na verdampen van het alkoholisch filtraat (van broomammonium) was men gewoon de massa onder water zeer lang te wrijven met een glazen spatel tegen den wand van het vat, omdat dit op de opbrengst van product A een goeden invloed scheen te hebben. Maar eenmaal was dit met opzet nagelaten, en de massa slechts gewasschen met water ter verwijdering van het urethaan (en een weinig broomammonium); het onoplosbaar geblevene op een filtrum gelaten met water (zie vroeger), nam zeer merkbaar toe in volumen. Dit product A gaf betrekkelijk weinig van lichaam B en D. Zeer wel kan dus A een secundair product wezen.

Ruw product met absoluten aether. Wordt ruw product behandeld met abs. aether, dan blijft wat onopgelost terug, maar betrekkelijk weinig (en hetzelfde is het geval met zuiveren alkohol). Dit lichaam smelt reeds onder 100°, weder vastwordende bij 110°, en daarna smeltende bij ongeveer 140° met verkleuring. Hierin is een weinig broomammonium, dat door omkrystallisatie uit warmen alkohol wel zou te verwijderen zijn, maar dan zou wellicht de moederstoffe worden ontleed.

Niet onwaarschijnlijk vormen lichamen B en D met urethaan een vrij samengestelde verbinding, en wellicht maakt ook lichaam C hiervan deel uit; deze lichamen bevinden zich dan ook in oplossing in het oorspronkelijk alkoholisch filtraat.

Product A tegenover alkohol en water. Verhit met alkohol blijft een gedeelte onopgelost, en het filtraat zet een krystallijne stof af (oplosbaar in warm water) met een smeltpunt van ongeveer 100°. Bij latere onderzoekingen zal deze weg worden ingeslagen. Het zou zeker voor hebben, om het ruwe product met abs. aether of zuiveren alkohol te behandelen, maar er gaat te veel in oplossing, dat vooreerst

wel niet is te scheiden van het urethaan, terwijl het terugblijvende eenig broomammonium bevat, waarvan de lichamen moeielijk zijn te bevrijden. Daarentegen lost water zoowel urethaan als broomammonium gemakkelijk op.

Het broomcyaan in overmaat teruggebleven vervluchtigt, en wordt ontleed door het zwavelzuur (b.v. aldus: $NCBr + SO_4H_2 = HBr + CO_2 + SO_2 . NH$). Bij inwerking van broomcyaan op alkohol ontstaat waarschijnlijk broomwaterstof (zie ook later). In ieder geval kan het wellicht beter zijn. om het alkoholisch filtraat (van broomammonium) te plaatsen onder een exsiccator met calciumchloride, dat evenzoo later zal gedaan worden.

Scheiding van urethaan en aethylbromide. Ruw product (terugblijvende na het verdampen van den alkohol van het filtraat van broomammonium) geeft met water product A (zie vroeger). Het waterig filtraat onder een exsiccator geplaatst, geeft een krystallijne massa, die bijkans geheel oplosbaar is in zuiveren aether (er blijft alleen eenig broomammonium enz. terug). Na verdampen der aetherische oplossing blijft een massa over, die met zeer weinig water behandeld wat teruglaat van een product, de eigenschappen vertoonende van product A. In geval het ruwe product direct wordt behandeld met zuiveren aether (zie vroeger), wordt betrekkelijk veel van product A opgelost, om bij behandeling van het terugblijvende, na verdampen van den aether, met eenig water, weder onopgelost terug te blijven.

Door overhaling van den alkohol (van het filtraat van broomammonium) op een waterbad, en toevoeging bij dit destillaat van water enz., is men in staat aethylbromide af te zonderen. Het aethylcarbonaat zou zich alleen laten afzonderen door overhaling van het alkoholische filtraat bij hoogere temperatuur, maar dan treedt noodwendig ontleding in van lichamen B, D en C; reden waarom dit tot nog toe is nagelaten. Daarbij komt dan nog, dat aethylcarbonaat onder die omstandigheden gevormd, wel eens een ontledingsproduct zou kunnen zijn van het ruwe product, terugblijvende bij verdampen van het alkoholisch filtraat. In ieder geval bevat het terugblijvende van dit laatste onder een exsiccator, geen aethylcarbonaat.

Om zich eenig denkbeeld te kunnen maken betreffende de hoeveelheid, waarin eenige produkten ontstaan, is bepaald die van 4 buizen te zamen genomen (iedere buis bevatte 5 gr. broomcyaan en 10 gr. alkohol en werd verhit 60 uur bij 80°), en wel:

a. De hoeveelheid broomammonium terugblijvende bij filtratie van den inhoud der buizen.

b. Het terugblijvende bij verdampen van den alkohol bij wasschen van het broomammonium (urethaan en lichamen B, D en C).

c. Hetgeen terugblijft bij verdampen van het alkoholisch filtraat van broomammonium (urethaan en lichamen B, D en C).

d. Het product A terugblijvende bij behandeling van *c* met water bij gewone temperatuur (lichaam B, D en C).

e. Product A terugblijvende bij behandeling van *b* met water (lichamen B, D en C).

Zuivere alkohol.

	a.	*b.*	*c.*	*d.*	*e.*
1.	1,2 gr.	2,5 gr.	8,7 gr.	1,4 gr.	0,2 gr.
2.	1,0 »	2,7 »	9,1 »	1,7 »	0,2 »
3.	1,1 »	2,8 »	10,3 »	1,5 »	0,2 »
4.	1,1 »	2,6 »	9,8 »	1,5 »	0,1 »
5,	1 »	2,9 »	10,1 »	1,5 »	0,2 »
6.	1,5 »	2,3 »	9,5 »	1,5 »	0,2 »

Gewone abs. alkohol.

	a.	*b.*	*c.*	*d.*	*e.*
1.	2,3 gr.	2,2 gr.	9,3 gr.	1,3 gr.	0,1 gr.
2.	1,6 »	2,8 »	9,4 »	1,4 »	0,1 »
3.	2,3 »	2,2 »	9,4 »	1,3 »	0,2 »
4.	2,3 »	2,2 »	8,7 »	1,4 »	0,2 »
5.	2,6 »	2,0 »	8,1 »	1,5 »	0,1 »
6.	3 »	2,5 »	8,8 »	1,7 »	0,3 »

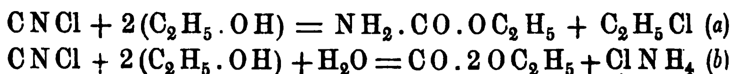
Door de som van *d* en *e* af te trekken van *b* en *c*, erlangt men ongeveer de hoeveelheid urethaan.

Men heeft ook eenige buizen verhit tot er geen drukking meer was bij openen; een buis had daartoe noodig 288 uur, een andere 224 uur (de proef werd genomen met zuiveren alkohol). Berekend op 4 buizen werd gevonden voor:

a.	*c.*	*d.*
7,8 gr.	5,4 gr.	0,4 gr.

b en *e* werden niet bepaald. Men ziet duidelijk den invloed; vermeerdering van broomammonium, vermindering van product A en minder urethaan.

Chloorcyaan tegenover alkohol. Deze reactie is ten deele nagegaan door WURTZ *), zooals reeds vroeger werd gezegd. Volgens dezen scheikundige wordt de reactie bevorderd door een matige warmte van ongeveer 80^0, en zoo ook door zonlicht; eenige uren van verwarming of eenige dagen blootstelling aan het zonlicht, zijn voldoende. Later †) deelde deze scheikundige mede, dat de reactie versneld wordt door toevoegen van eenig water. Vele malen trad de werking eensklaps in, en was dan zoo hevig, dat het toegesmolten vat brak. Naar WURTZ wordt chloorammonium afgezet, en zijn in oplossing aethylchloride, urethaan, terwijl hij later tevens aethylcarbonaat heeft aangetroffen. Het filtraat van chloorammonium werd aanvankelijk verhit ter verwijdering van het aethylchloride, vervolgens het aethylcarbonaat overgehaald, en ten slotte het urethaan. Hieruit volgt tevens, dat de vorming van andere verbindingen moest ontsnappen aan de aandacht van dezen scheikundige. WURTZ gaf de volgende vergelijkingen (in den thans gebruikelijken vorm gebracht):



$$CNCl + 2(C_2H_5.OH) = NH_2.CO.OC_2H_5 + C_2H_5Cl \quad (a)$$
$$CNCl + 2(C_2H_5.OH) + H_2O = CO.2OC_2H_5 + ClNH_4 \quad (b)$$

Eenigen tijd later heeft deze scheikundige †) de eerste vergelijking aldus gewijzigd:

---

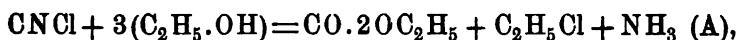
*) *Compt. rend.* 22, 504 (1846).

†) *Ann. Ch. und Ph.* 79, 286 (1851).



$$CNCl + C_2H_5.OH + H_2O = NH_2.CO.OC_2H_5 + HCl. \quad (c)$$

Hier en daar treft men de volgende vergelijking *) aan als afkomstig van WURTZ:



$$CNCl + 3(C_2H_5.OH) = CO.2OC_2H_5 + C_2H_5Cl + NH_3 \quad (A),$$

maar in de werken van dezen scheikundige hebben we die vergelijking niet kunnen vinden.

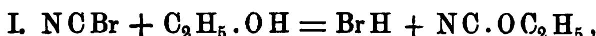
CANNIZZARO heeft bij de reactie van chloorcyaan op benzylalkohol de volgende vergelijking gegeven:



$$CNCl + 2(C_7H_7.OH) = NH_2.CO.OC_7H_7 + C_7H_7Cl,$$

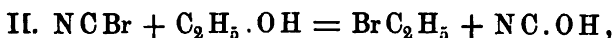
derhalve dezelfde vergelijking aanvankelijk door WURTZ aangenomen.

EERSTE THEORETISCH GEDEELTE BETREFFENDE DE ONTLEDING VAN BROOMCYAAN DOOR ALKOHOL. De inleidende reactie kan zijn:



$$\text{I. } NCBr + C_2H_5.OH = BrH + NC.OC_2H_5,$$

of de volgende:

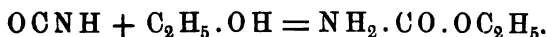


$$\text{II. } NCBr + C_2H_5.OH = BrC_2H_5 + NC.OH,$$

of wel zouden beide reacties te gelijk kunnen plaats hebben.

Laten we uitgaan van vergelijking II, tevens aannemende, dat $NCOH$ wordt omgezet in $OCNH$.

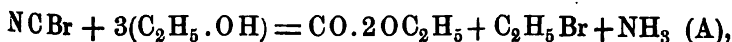
Water behoeft niet aanwezig te zijn, want de reactie verloopt zoo ongeveer op gelijke wijze met zuiveren als met gewonen absoluten alkohol. Het ontstaan van urethaan is vrij gemakkelijk te verklaren naar de bekende vergelijking:



$$OCNH + C_2H_5.OH = NH_2.CO.OC_2H_5.$$

Aethylbromide C_2H_5Br komt reeds voor in vergelijking II. Maar de groote vraag is, hoe broomammonium $BrNH_4$ en kooldioxyde CO_2 worden gevormd.

De vergelijking vroeger medegedeeld:

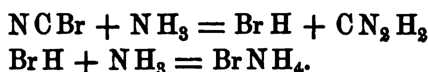


$$NCBr + 3(C_2H_5.OH) = CO.2OC_2H_5 + C_2H_5Br + NH_3 \quad (A),$$

---

*) Zie b. v.: BEILSTEIN *Handb. Org. Chem.* 719 (1881), waarin wordt geciteerd het stuk voorkomende in *Ann. de Ch. et de Phys.* 79 (1851).

zou slechts een denkbeeldige verklaring geven, daar zij de som van eenige reacties in zich sluit. In ieder geval komen in deze vergelijking slechts voor aethylbromide, ammoniak, en aethylcarbonaat (dit laatste wordt wellicht aanvankelijk niet gevormd). Ammoniak zou zich kunnen vereenigen met O C N H, en ureum vormen, dat evenwel niet is aangetroffen. Ook zou ammoniak kunnen reageeren op broomcyaan (steeds in overmaat aanwezig), maar cyanamid en afgeleiden zijn evenmin gevonden; anders zou de vorming van $Br N H_4$ aldus zijn verklaard:

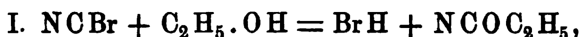


$$NCBr + NH_3 = BrH + CN_2H_2$$
$$BrH + NH_3 = BrNH_4.$$

Eindelijk zou ammoniak ten deele reageeren op C_2H_5Br, maar ook aminen zijn tot nog toe niet aangetroffen. Vergelijking A komt dus wel vooreerst te vallen.

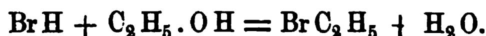
Hoe men het ook beziet, met vergelijking II (en A) komt men niet ver genoeg, en deze is derhalve niet aan te nemen.

Om in de vergelijking water H_2O als een der termen op te nemen (zie pag. 390, 391) zou geen beteekenis hebben, nu bekend is, dat de reactie met zuiveren alkohol even goed gaat. Vergelijkingen *b* en *c* kunnen alzoo niet geacht worden een gewenscht beeld der reactie te geven. Blijven over vergelijking I en *a*; maar de laatste is weder als 't ware de som van eenige reacties, zoodat in ieder geval vergelijking I allereerst is te behandelen:



$$\text{I. } NCBr + C_2H_5.OH = BrH + NCOC_2H_5,$$

die dan wordt gevolgd door deze reactie:



$$BrH + C_2H_5.OH = BrC_2H_5 + H_2O.$$

Welnu, vroeger *) is genoegzaam aangetoond, dat normaal aethyl-*cyanaat* zich kan verbinden met water ter vorming van urethaan:

*) Zie het *Recueil. d. Trav. Chim. d. Pays-Bas*. T. I, p. 219.



$$NCOC_2H_5 + H_2O = NH_2.CO.OC_2H_5.$$

Deze drie reacties komen voor in de vergelijking (zie vroeger):



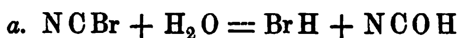
$$NCBr + 2(C_2H_5.OH) = NH_2.CO.OC_2H_5 + BrC_2H_5 \; (a).$$

Maar het water werkt ook in op broomcyaan:

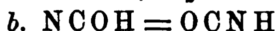


$$NCBr + 2H_2O = BrNH_4 + CO_2,$$

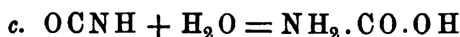
aldus te ontleden:



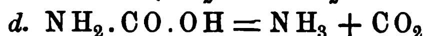
$$a.\; NCBr + H_2O = BrH + NCOH$$



$$b.\; NCOH = OCNH$$



$$c.\; OCNH + H_2O = NH_2.CO.OH$$

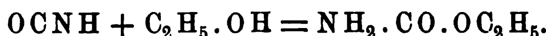


$$d.\; NH_2.CO.OH = NH_3 + CO_2$$



$$e.\; NH_3 + HBr = BrNH_4.$$

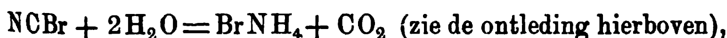
Urethaan kan tevens op de volgende wijze ontstaan:



$$OCNH + C_2H_5.OH = NH_2.CO.OC_2H_5.$$

Mogelijk geschiedt de reactie tegelijkertijd naar I en II, maar voor 't oogenblik bestaat er geen aanleiding om dit aan te nemen.

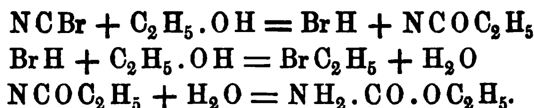
Men zou nog kunnen zeggen, dat zelfs zoogenaamd zuivere alkohol toch altijd nog sporen water bevat, en bij gevolg de reactie zou kunnen plaats hebben:



$$NCBr + 2H_2O = BrNH_4 + CO_2 \text{ (zie de ontleding hierboven),}$$

maar men ziet duidelijk in, dat een kleine hoeveelheid water al spoedig zou verbruikt zijn, daar het kooldioxyde CO_2 de zuurstof bevat van dat water, terwijl er zoolang kooldioxyde ontstaat als er nog broomcyaan voorhanden is.

Het besluit is derhalve, dat urethaan $NH_2.CO.OC_2H_5$, broomammonium $BrNH_4$, aethylbromide BrC_2H_5 en kooldioxyde CO_2 geacht kunnen worden aldus te ontstaan:



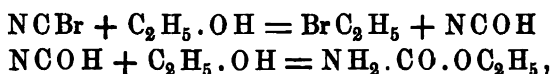
$$NCBr + C_2H_5.OH = BrH + NCOC_2H_5$$
$$BrH + C_2H_5.OH = BrC_2H_5 + H_2O$$
$$NCOC_2H_5 + H_2O = NH_2.CO.OC_2H_5.$$

Het is niet geoorloofd deze reacties te doen zamensmelten tot de volgende vergelijking:



$$NCBr + 2(C_2H_5.OH) = BrC_2H_5 + NH_2.CO.OC_2H_5 \quad (a)$$

in geval men namelijk het verloop der reacties wil leeren kennen, dat naar vergelijking (*a*) tevens zou kunnen zijn:



$$NCBr + C_2H_5.OH = BrC_2H_5 + NCOH$$
$$NCOH + C_2H_5.OH = NH_2.CO.OC_2H_5,$$

en derhalve dezelfde eindprodukten opleveren.

Broomammonium en kooldioxyde worden blijkbaar gevormd naar de vergelijking:



$$NCBr + 2H_2O = BrNH_4 + CO_2 \text{ (zie boven).}$$

Uit het medegedeelde zou dan volgen, dat er onontleed normaal cyaanzuur aethyl moet overblijven, want *een deel* van het water ($HBr + C_2H_5.OH = H_2O + BrC_2H_5$) wordt verbruikt door het broomcyaan NCBr. De lichamen B (D) en C kunnen daarvan afgeleid worden. Mocht evenwel bij nader onderzoek blijken, dat op eenige andere wijze HBr ontstaat (b v. door inwerking van broomcyaan en urethaan), dan heeft vergelijking II evenveel recht van bestaan als vergelijking I, tenzij de structuur van B of C, of beiden, hiertegen opkomen.

Over de verbindingen B *en* C. Voor de samenstelling was gevonden (zie pag. 383, 384, 385) voor B:

	Met zuiveren alkohol.		Met gewonen abs. alkohol.
	1. *b.*	2.	
koolstof	26,7	26,5	26,6
waterstof.	4,4	4,6	4,2
stikstof	7,7	—	7,6
broom	—	—	43,8.

En voor lichaam C:

	Met zuiveren alkohol; gewasschen met water.	Verhit met potassaloog; omgekr. uit alkohol.	Met gewonen abs. alkohol; omgekr. uit alkohol.
koolstof	44,4	—	44,3
waterstof	7,6	—	7,3
stikstof	14,4	14,9	14,8; 14,5.

Dit geeft als gemiddelde voor B:

koolstof	26,6
waterstof	4,4
stikstof	7,65
broom	43,8
zuurstof	17,6

en voor C:

koolstof	44,1
waterstof	7,4
stikstof	14,6
zuurstof	33,9.

Formule van lichaam B. Voor de verhouding in atomen heeft men:

koolstof. $\frac{26,6}{11,97} = 2,22$; waterstof. $\frac{4,4}{1} = 4,40$; stikstof. $\frac{7,65}{14,01} = 0,54$;

broom. $\frac{43,8}{79,75} = 0,54$; zuurstof. $\frac{17,6}{15,96} = 1,10$.

De formule is dus $C_x H_y N_n Br_n O_z$. Voor de waarde van x, y en z kan worden genomen 8,15 en 4 en voor die van $n = 2$, zoodat de formule dan wordt $C_8 H_{15} N_2 Br_2 O_4$, maar is b.v. de formule $C_4 H_8 N Br O_2$ niet buitengesloten:

	gevonden:	$C_8H_{15}N_2Br_2O_4$ eischt:	$C_4H_8NBrO_2$ eischt
koolstof	26,6	26,4	26,3
waterstof	4,4	4,1	4,4
stikstof	7,65	7,7	7,7
broom	43,8	44,0	43,9
zuurstof	17,6	17,6	17,5.

Het is duidelijk, dat hier slechts sprake is van een voorloopige empirische formule.

Formule van lichaam C. De verhouding in atomen is deze:

koolstof. $\frac{44,1}{11,97} = 3,68$; waterstof. $\frac{7,4}{1} = 7,40$; stikstof. $\frac{14,6}{14,01} = 1,04$;

zuurstof. $\frac{33,9}{15,96} = 2,12$,

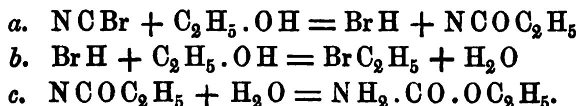
genoegzaam overeenstemmende met de formule:

	gevonden.	$C_7H_{14}N_2O_4$ eischt:
koolstof	44,1	44,1
waterstof.	7,4	7,3
stikstof.	14,6	14,7
zuurstof	33,9	33,6.

Te oordeelen naar deze formules van B en C, schijnt er tusschen deze verbindingen genetisch verband te bestaan.

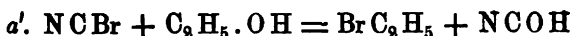
Besluit.

1. Zal de vorming van broomammonium en kooldioxyde op eenvoudige wijze kunnen verklaard worden bij inwerking van broomcyaan op alkohol (zuiver), dan is men wel genoodzaakt, met 't oog op de bekende feiten, om de volgende reacties aan te nemen:



a. $NCBr + C_2H_5.OH = BrH + NCOC_2H_5$
b. $BrH + C_2H_5.OH = BrC_2H_5 + H_2O$
c. $NCOC_2H_5 + H_2O = NH_2.CO.OC_2H_5$.

Ontstaat er echter broomwaterstof bij een andere reactie (b.v. door broomcyaan en urethaan), dan kunnen wellicht de volgende reacties in aanmerking komen:


a'. $NCBr + C_2H_5.OH = BrC_2H_5 + NCOH$


b'. $NCOH = OCNH$


c'. $OCNH + C_2H_5.OH = NH_2.CO.OC_2H_5$.

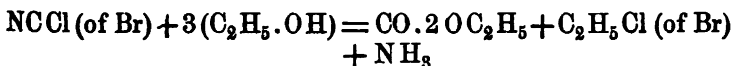
Zoowel de vergelijkingen *a*, *b*, *c* als *a'*, *b'* en *c'* zijn begrepen in de vergelijking:


$$NCBr + 2(C_2H_5.OH) = BrC_2H_5 + NH_2.CO.OC_2H_5.$$

2. Na reactie van alkohol op broomcyaan filtreerende, het filtraat indampende, en het terugblijvende behandelende met water (bij gewone temperatuur), blijft een krystallijne massa terug, die met warm water, onder anderen, een verbinding oplost, waaraan kan worden toegekend de verhoudingsformule $C_8H_{15}N_2Br_2O_4$ (smelt ongeveer bij 121°—122°), terwijl een krystallijne stof terugblijft (onoplosbaar in water, weinig oplosbaar in kokenden alkohol; niet smeltbaar), waaraan voorloopig de formule $C_7H_{14}N_2O_4$ kan worden gegeven.

3. Bij verhitten van broomcyaan en alkohol bij 80° (broomcyaan in overmaat gedurende de reactie) schijnt geen aethylcarbonaat te ontstaan onder gemelde omstandigheden (zie 2).

4. De vergelijking:


$$NCCl\ (\text{of } Br) + 3(C_2H_5.OH) = CO.2\,OC_2H_5 + C_2H_5Cl\ (\text{of } Br) + NH_3$$

heeft voor 't oogenblik geen wetenschappelijke beteekenis.

Utrecht, 23 April 1886.

OVER EEN NIEUWE METHODE

TER

POLYMERISATIE VAN BROOMCYAAN,

EN DE

STRUCTUUR VAN EENIGE CYANUUR-VERBINDINGEN,

DOOR

E. MULDER.

Bij verhitten van broomcyaan in een toegesmolten buis bij een temperatuur van 130°—140°, ontstaat volgens EGHIS *), een donker gekleurde amorphe massa; bij het openen der buis blijkt er drukking te zijn, terwijl er cyaan zou ontwijken. Het gekleurd zijn der massa is naar EGHIS toe te schrijven aan vrij broom. Zelfs na langdurig verhitten zou een zekere hoeveelheid broomcyaan onaangetast blijven. Gemelde scheikundige trachtte door broomcyaan te verhitten met absoluten aether een meer zuiver product te bekomen, en inderdaad zou dan een kleurlooze amorphe massa ontstaan. Een broombepaling en de vorming van cyanuurzuur bij verhitten met water bij 100°, gaven EGHIS aanleiding om aan te nemen, dat men hier te doen heeft met een polymeer broomcyaan van de formule $N_3 C_3 Br_3$.

Met dit lichaam willende arbeiden, werd aanvankelijk de methode met aether gevolgd; de uitkomst was evenwel verre

*) *Ber. d. Deutsch. Chem. Ges.* Jahrg. 2. S. 159.

van bevredigend. Een oplossing van 8 broomcyaan in 16 gr. absoluten aether werd verwarmd bij 135° gedurende 8 uur in een toegesmolten buis. Maar in plaats van een amorphe kleurlooze stof, werd verkregen een gekleurde vloeistof, en slechts een betrekkelijk zeer kleine hoeveelheid van een sterk gekleurd afzetsel. Eenzelfde uitkomst werd erlangd, uitgaande van minder aether, en wel 4 gr. aether op 8 gr. broomcyaan. Werkende bij 120°—125° met een oplossing van 9 gr. broomcyaan in 5 gr. aether, was er na acht uur weder uiterst weinig afzetsel gevormd; men verhitte thans bij 130° gedurende zestien uren, zonder dat het afzetsel merkbaar was toegenomen; de oplossing was daarentegen meer gekleurd, en liet, geplaatst onder een exsiccator, een lijvige donker gekleurde vloeistof terug met doordringenden reuk. De buizen werden verhit in een oliebad, voorzien van een regulator; omtrent de temperatuur van verwarmen is men dus zeker (zie later). Uit het medegedeelde blijkt, dat Eghis onder eenigzins andere omstandigheden moet hebben gewerkt. De methode met aether werd noodwendig verlaten, en broomcyaan als zoodanig verhit. Eenige voorloopige proeven deden zoo ongeveer de temperatuur kennen, ter polymerisatie geschikt. Bij 130° verhit gedurende zestien uren, en daarna bij 135° even lang, ten einde een weinig broomcyaan onaangetast gebleven, te doen polymeriseeren, scheen weinig der massa te zijn gedissocieerd, ten minste kon de buis niet geopend worden in de vlam door gebrek aan drukking. Wordt dadelijk verwarmd bij 135°, dan is er eenige spanning bij openen, dus wordt er wat ontleed, en dat wenschte men te ontgaan. Bij 150° wordt betrekkelijk veel ontleed, en bij openen der buis ontsnapt veel damp.

Het product, erlangd door eerst bij 130° en daarna bij 135° te verhitten, was vrij donker gekleurd, en vormde aanvankelijk een weeke massa, die na eenige dagen zeer hard werd, maar toch gemakkelijk was fijn te maken. De kenmerkende reuk van broomcyaan werd niet meer waargenomen; in vochtige lucht geplaatst, vertoonde zich damp van broomwaterstof. Het smeltpunt is niet met juistheid te bepalen; bij 118° scheen de massa gedeeltelijk te smelten, maar bij

186° was nog een deel niet gesmolten, terwijl de kleur donkerder was geworden.

I. Een hoeveelheid van 1,2092 gr. van een product gemaakt door eerst bij 130° en ten slotte bij 135° te verhitten, gaf 0,5058 gr. kooldioxyde.

0,6146 gaf 67 C.C. stikstof bij 5° en 762,78$^{mm.}$ bar. (gecorr.).

II. Van een andere bereiding gaf 0.372 gr. stof aan broomzilver 0,6583 gr., overeenkomende met 0,2801 gr. broom. Berekend op 100 gew.-d. stemt dit met:

	I.	II.	*x* BrCN eischt:
koolstof.	11,4	—	11,3
stikstof.	13,3	—	13,2
broom	—	75,3	75,4.

Wordt broomcyaan bij 135° betrekkelijk geruimen tijd verwarmd (b.v. 80 uren), dan is er eenige spanning bij openen der buis, zooals gezegd, en is er dus een andere reactie aangevangen dan die van polymerisatie. Onder deze omstandigheden ontstaat nu en dan een kleine hoeveelheid van een kleurlooze stof krystalliseerend in tafels, die bij 200° nog niet smelt. Dit lichaam bezit geen reuk bij gewone temperatuur, doch vervluchtigt bij sterke verwarming onder vorming van sterk prikkelende dampen. Het is zoo goed als onoplosbaar in water, en naar het schijnt ook in alkohol en aether, daarentegen wordt het opgelost na eenigen tijd bij staan met potassa-loog. De hoeveelheid dezer stof, waarover men te beschikken had, liet het niet toe daarvan analysen te verrichten. Niet onwaarschijnlijk zal dit lichaam in grootere hoeveelheid optreden bij herhaald verhitten en openen telkens der buis, of nog beter door verwarmen in een stroom van eenig indifferent gas. Nadere kennis, betreffende deze verbinding, kan wel niet anders dan belangrijk zijn.

Een nieuwe methode ter polymerisatie van broomcyaan. Uit het medegedeelde volgt, dat bij verhitten van broomcyaan de kans tot het verkrijgen van een zuiver product niet

groot is. Zelfs dat gemaakt door verhitten eerst bij 130° en daarna bij 135° zal bezwaarlijk zuiver kunnen zijn, al stemmen ook de verkregen analytische uitkomsten genoegzaam overeen met de formule x NCBr. Ten einde een zuiver product te erlangen, zal het verhitten moeten worden ontgaan. Inderdaad bleek bij nader onderzoek, dat broomcyaan bij gewone temperatuur zelfs in 't duister, gedeeltelijk wordt omgezet in een schijnbaar amorphe gele massa, en na eenige maanden het geheel aldus van toestand verandert. De kleur is licht geel, en geeft meer den indruk van een zuiver product te zijn, dan de oranjebruine kleur van dat bij verhitten erlangd. Het laatste vormt daarenboven een compacte massa, die blijkbaar is gesmolten geweest, terwijl het praeparaat bij gewone temperatuur verkregen een weinig zamenhangende massa vormt, met een glazen staaf gemakkelijk los te maken. Opmerkingswaardig is, dat somwijlen het broomcyaan (steeds in een toegesmolten buis bevat), zelfs in maanden hoegenaamd niet verandert, en de inhoud van andere buizen onder dezelfde omstandigheden, bewaard bij afsluiting van zonlicht, langzamerhand wordt gepolymeriseerd. De verklaring van dit verschijnsel is wel deze, dat er in kleine hoeveelheid van eenige verbinding aanwezig is, die het polymeriseeren bevordert in het laatste geval, en men meent deze te hebben gevonden in het broom. Bij broomcyaan, dat niet polymeriseerde, werd een weinig broom gedaan, in een buis en deze toegesmolten. Aanvankelijk was in geen maanden iets waar te nemen van polymerisatie, die echter daarna een aanvang nam, om nu geregeld door te gaan.

De volgende analysen zijn gedaan met eenzelfde praeparaat van broomcyaan, dat ruim 12 maanden in een toegesmolten buis werd bewaard (andere buizen bevatten nog eenig vrij broomcyaan, aan den krystalvorm te herkennen).

0,8001 gr. stof gaf 0,3296 gr. kooldioxyde.

0,4335 gr. gaf 0,7683 gr. broomzilver, bevattende 0,3269 gr. broom.

1,0053 gr. gaf 109,75 C.C. stikstof bij 12,7° en 757,42$^{mm.}$ bar. (gecorr.).

0,5515 gr. gaf 60,5 C.C. stikstof bij 12° en 754,48mm. bar. (gecorr.).

Berekend op 100 gew.-d. komt dit overeen met:

			x N C Br vordert:
koolstof.	11,2		11,3
stikstof	12,9 ;	12,9	13,2
broom	75,4		75,4.

De eerste stikstofbepaling gaf een eenigzins te laag gehalte, dat aanleiding gaf tot een tweede bepaling, die evenwel leidde tot dezelfde uitkomst. Men zou kunnen veronderstellen, dat het product eenig vrij broomcyaan bevat, en met den stroom van kooldioxyde wat wordt weggevoerd; het product bevat echter niet dien doordringenden reuk aan broomcyaan eigen (zie later). Het smeltpunt is niet wel te bepalen. Bij ongeveer 100° heeft het eenigermate den schijn alsof een klein gedeelte in vloeibaren staat overgaat, bij ongeveer 110° was alles gesmolten, echter meer een lijvige massa vormende dan een vloeistof. Verhit met absoluten aether bij 130° gedurende 24 uur, scheen de massa niet merkbaar te veranderen (zie vroeger).

Een hoeveelheid stof van 1,7 gr. werd verhit met 5 C.C. water in een toegesmolten buis bij 105° gedurende 24 uur; de inhoud werd toen geplaatst in het luchtledig, vervolgens behandeld met een kleine hoeveelheid water (ongeveer 4 C.C.) en gedecanteerd. Het terugblijvende gedroogd bedroeg ongeveer 0,4 gr. aan *cyanuurzuur*, en de oplossing gaf na verdampen ongeveer 0,5 gr. vaste stof, bevattende *broomammonium*. Uitgaande van de formule $N_3 C_3 . 3 Br$, eischt de theorie 0,69 gr. cyanuurzuur.

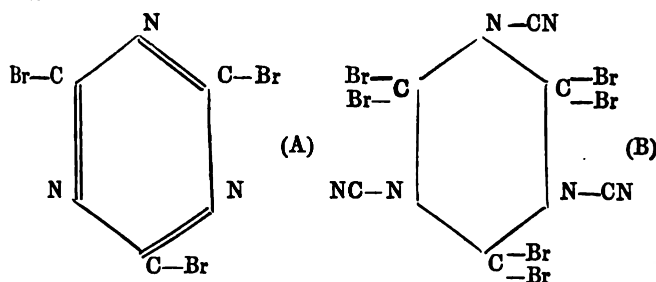
Merkwaardig is de verhouding van dit gele polymerisatieproduct tegenover water bij gewone temperatuur, wanneer *broom* vrij komt en gas (CO^2) wordt ontwikkeld; dit houdt eenige dagen aan, maar het duurt eenige maanden, alvorens de ontleding is geeindigd (een met broomcyaan N C Br verzadigde oplossing is eerst na maanden bij gewone temperatuur ontleed). In verloop van tijd heeft evenwel ver-

andering van het gele product plaats, en geschiedt de ontleding onder den invloed van water niet meer in die mate.

Wordt het polymerisatie-product verhit tot ongeveer 100° in het luchtledig, dan sublimeert eenig broomcyaan N C Br; bij hoogere temperatuur ontstaat *een andere kristallijne en kleurlooze stof*, maar in zeer beperkte hoeveelheid ten gevolge van andere processen, terwijl de massa meer en meer wordt gekleurd.

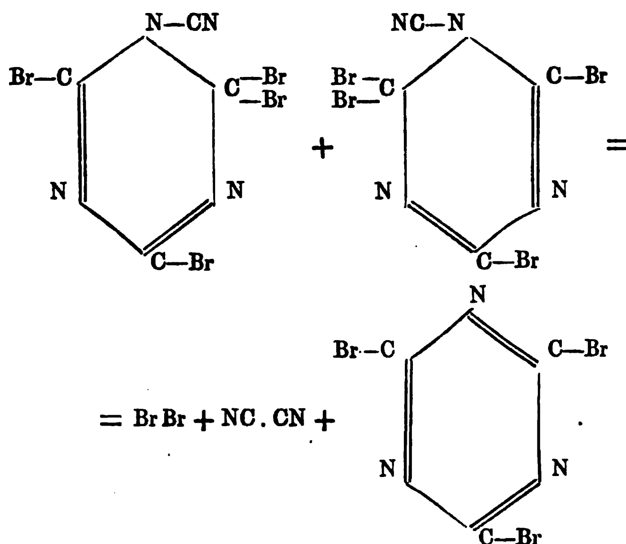
Joodcyaan. Bewaard in een toegesmolten buis gedurende vele maanden, wordt het niet veranderd. Een weinig vrij iodium schijnt de polymerisatie niet te bevorderen.

Eenige theoretische beschouwingen. Zoowel de amorphe toestand als de gele kleur van het bij gewone temperatuur ontstane gepolymeriseerd broomcyaan, maar niet minder de verhouding bij verhitten en tegenover water, deden vermoeden, dat dit lichaam wellicht een *secundair* additieproduct is van broomcyaan N C . Br, namelijk als primair beschouwd $N_3C_3 . 3\,Br$, in wel geval het dan zou zijn $N_3C_3 . 3\,Br, x\,N\,C\,Br$. Opmerkingswaardig is ook, dat het bekende gepolymeriseerde chloorcyaan, te beschouwen als $N_3C_3 . 3\,Cl$, krystallijn is en kleurloos, en in 't algemeen een ander karakter vertoont. Hiervan uitgaande kan worden aangenomen, dat $N_3C_3 . 3\,Br$ (A) hetzij een, twee of drie moleculen (B) broomcyaan heeft geaddeerd, zoodat men heeft:



De rest —CN (—C≡N) zou op nieuw NC Br kunnen addeeren en doen ontstaan $-C{\overset{-Br}{=N-CN}}$, en zoo vervolgens, zoodat er als 't ware een additie plaats greep zonder einde. Maar gaan we uit van formule (B) of wat nog eenvoudiger

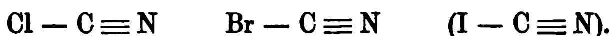
is, veronderstellen we, dat slechts één molecule NCBr is geaddeerd, zooals wellicht het geval is, dan nog is het duidelijk, hoe die nieuwe moleculen op elkander reageerende *vrij broom* kunnen doen ontstaan en cyaan:



Een lichaam der formule (A) zal bij verhoogde temperatuur aanleiding geven tot de vorming van zeer samengestelde verbindingen, maar zeer waarschijnlijk bij gewone temperatuur onveranderd blijven. Daarentegen zal een lichaam der formule (B) reeds bij gewone temperatuur veel neiging bezitten tot wisseling (bij eenigszins verhoogde temperatuur komt dan ook broom vrij), en het gele polymerisatieproduct van broomcyaan is wellicht een mengsel veler verbindingen (die wel vooreerst niet zijn aan te geven), de samenstelling bezittende van een gepolymeriseerd broomcyaan. Behandeld met water komt broom vrij en heeft tevens gasontwikkeling plaats, zooals werd medegedeeld. Men ontmoet hier een duidelijk voorbeeld naar 't schijnt van *dissociatie als gevolg van additie.* Zelfs zou men zich kunnen voorstellen, hoe een molecule van (A) in staat is om achtereenvolgens een onbegrensde hoeveelheid broomcyaan NCBr eerst te addeeren en dan te dissocieeren. In de organische natuur zijn er

wel zonder twijfel dergelijke lichamen (een deel der dus geheeten fermenten), die uit de eiwitstoffen schijnen te ontstaan, en als zoodanig onder zekere omstandigheden dergelijke reacties van ontleding kunnen in 't leven roepen en wel als gevolg van aanvankelijke additie.

Chloorcyaan schijnt gemakkelijker te worden gepolymeriseerd dan broomcyaan, dat het weder wint van ioodcyaan, hetwelk tot nog toe heeft weêrstand geboden aan polymerisatie. Zooals bekend, worden aan deze verbindingen de volgende formules gegeven:



$$Cl - C \equiv N \qquad Br - C \equiv N \qquad (I - C \equiv N).$$

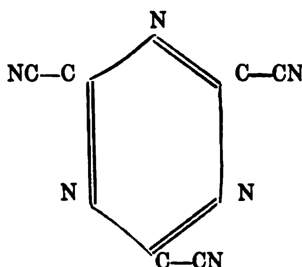
Zoodra heeft de polymerisatie een aanvang genomen, of affiniteiten van koolstof en stikstof



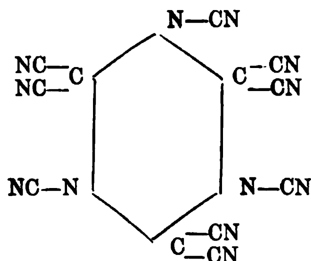
verbinden zich met die van andere moleculen.

De neiging van een verbinding om te polymeriseeren zal afhangen van de hoeveelheid energie alsdan vrijkomende, maar daarenboven van andere omstandigheden. Zal er polymerisatie intreden (of een andere vorm van additie), dan moet er neiging bestaan tot dislocatie (zoodat b.v. $Cl - C \equiv N$ tracht over te gaan in $Cl - \underset{|}{C} = \underset{|}{N}$), en de toestand van dislocatie moet een zekere grens hebben bereikt. In sommige gevallen is warmte als zoodanig afdoende. Maar in andere gevallen wordt (daarenboven) de aanwezigheid vereischt van eenige stof, die dan den noodigen graad van dislocatie te voorschijn brengt, en dit is wel het geval met chloor- en broomcyaan, namelijk bij gewone temperatuur. Een lichaam, dat de eigenschap bezit, om zich te addeeren b.v. met broomcyaan, zal in $Br - C \equiv N$ de atomen C en N doen disloqueeren, als gevolg waarvan dan moleculen $Br - \underset{|}{C} = \underset{|}{N}$ zich met elkander zullen kunnen verbinden; een zoodanig lichaam nu is broom. Een polymeer, b. v. $N_3C_3 . 3\,Br$, dat zich vermag te addeeren, in dit geval met NCBr, kan derhalve de eigenschap bezitten, om NCBr te doen polymeriseeren. Maar blijven wij niet langer stilstaan bij dit belangrijke onderwerp.

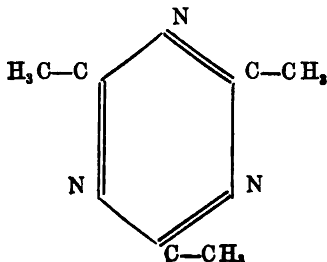
Het is gemakkelijk in te zien, dat verbindingen met den rest NC en dien van eenig halogeen, groote overeenkomst zullen bezitten met het cyaan: NC.CN, daar de rest NC zich in vele opzichten verhoudt als een halogeen rest. Cyaan zal dus op overeenkomstige wijze kunnen worden gepolymeriseerd, en bij gevolg als eerste condensatie-product geven een lichaam der structuur:



Mogelijk is het *paracyaan* alzoo geconstrueerd, maar het kan zeer wel, dat er daarenboven een, twee of drie (enz.) moleculen cyaan NC.CN zijn geaddeerd, in welk laatste geval het molecule is:

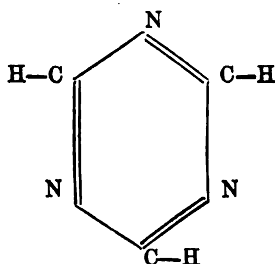


De cyaanalkinen bezitten een overeenkomstige structuur, zoo b.v. het cyaanmethine $N_3C_3.3CH_3$ (ontstaande bij polymerisatie van acetonitril: $NC.CH_3$), dat tot formule heeft:



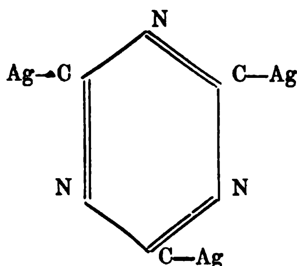
Hetzelfde geldt van paracyaan-mierenzuur: $N_3C_3.3(CO.OH)$.

Er is een lichaam bekend, polymeer met cyaanwaterstof van de formule $N_3C_3H_3$ *). Geen bekend feit schijnt eenigermate in strijd met de volgende structuurformule:



Van alle *normale* cyanuur-verbindingen bezit dit het *kleinste* moleculairgewicht.

De wijze waarop zich cyaanzilver verhoudt bij verhitten, maakt het niet onwaarschijnlijk, dat aanvankelijk ontstaat een verbinding $N_3C_3Ag_3$ van de structuur:



In 't algemeen kan men een formule $N_3C_3.3R$ aannemen, waartoe behooren stoffen door polymerisatie gevormd van verbindingen, terug te brengen tot de algemeene formule $NC.R$, waarin R voorstelt de rest van een grondstof, of een alkyl, alkoxyl enz..

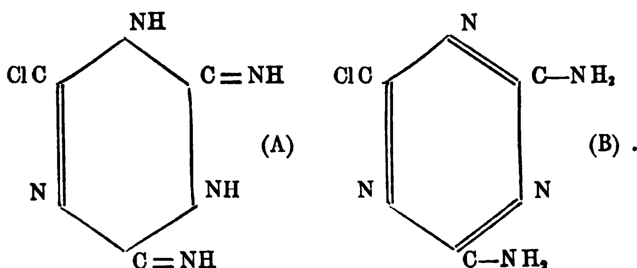
De overeenkomst die de stikstof vertoont met koolstof, wat

*) Zie: *N. Handl. d. Chem.* v. FEHLING. Bd. II. S. 899; BEILSTEIN, *Handb. Org. Chem.* S. 77 (1881), waar als structuurformule is gegeven: $NH_2.CH(CN)_2$.

betreft de vorming van gesloten ketens met zes atomen, namelijk in vereeniging met koolstof, welke neiging de koolstof als zoodanig in tal van reacties doet zien, mag wellicht aanleiding geven tot een stellen der vraag, of het molecule vrije koolstof geen afgeleide is van een keten met zes atomen, en de allotropiëen van de koolstof niet zijn een soort ortho-, meta- en para-koolstof *). Het eigenaardige dat deze grondstof vertoont, maakt het in ieder geval zeer waarschijnlijk, dat de structuur betrekkelijk nog al zal afwijken van die der andere bekende grondstoffen.

Aanhangsel. Nadat het medegedeelde in gereedheid was, maakte men kennis met onderzoekingen gedaan door CLAËSSON, HOFMANN en PONOMAREFF, welke aanleiding mogen geven tot het volgende.

In de eerste plaats iets betreffende de structuurformule van chlorcyanamid †). Er was gezegd §), dat de formule daaraan toegekend door NENCKI (A) wel de juiste zou kunnen zijn, maar in ieder geval aanvankelijk ontstaat een verbinding van een andere structuur (B):



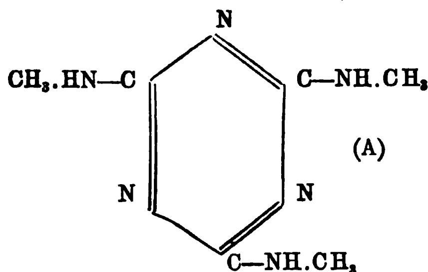
Wat aangaat de structuur van trialkylmelaminen, daarvan kunnen zeer vele isomeren bestaan, waarvan men het volgende drietal uitkiest:

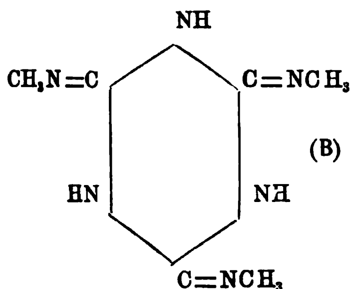
---

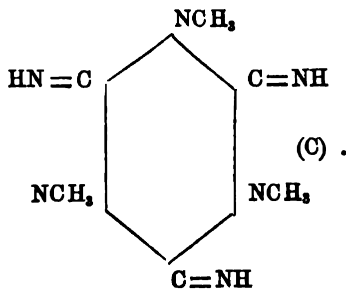
*) Zie: *Versl. en Meded. d. Koninkl. Akad. v. Wetensch.* 2de Reeks. 16, 286.

†) CLAËSSON, *Ber. d. Deutsch. Chem. Gesellsch.* Jahrg. 18. S. 496.

§) *Versl. en Meded. d. Koninkl. Akad. v. Wetensch.* 2de Reeks. 20, 405.







De melaminen (A) en (B) kunnen met zoutzuur vormen methylamine en cyanuurzuur (normaal- of iso-cyanuurzuur).

Door inwerking der verbinding 3 N C . 3 Cl op ioodwaterstof, verkreeg Claësson een lichaam naar hem van de formule 3 N C . 3 I (het hield evenwel nog eenig chloor in), bij verhoogde temperatuur gevende volgens dezen scheikundige paracyaan, tot formule hebbende $(NC)_3$. Het komt ons voor, dat de moleculair-formule van dit laatste lichaam veel samengestelder zal zijn. Zelfs uitgaande van de formule 3 N C . 3 I, mag men aannemen, dat verschillende moleculen dezer verbinding op elkander zullen reageeren, en dientengevolge een aaneenschakeling zal ontstaan van ketens 3 N C, waarvan het aantal wel bezwaarlijk is aan te geven. Men stelt zich dan ook voor, dat de structuur van gewoon paracyaan belangrijk zal afwijken van die van het paracyaan, gevormd bij verhitten van ioodcyaan (zie vroeger).

Hofmann *) geeft even als Claësson gewichtige argumenten, om zoowel melamine als eenige afgeleiden, uitgaande

*) *Ber. d. Deutsch. Chem. Gesellsch.* Jahrg. 18. S. 2755, 2781.

van gepolymeriseerd chloorcyaan, te beschouwen als te zijn *normaal*. Voor gepolymeriseerd chloor- en broomcyaan waren vroeger *) gegeven de formules: 3 N C . 3 Cl en 3 N C . 3 Br, en daarmede deze verbindingen als te zijn *normaal* aangenomen.

Theoretisch kunnen bestaan vier cyanuurzuren †), waarvan twee gemengd; en er werd op gewezen, dat het vroeger gemelde diaethylcyanuurzuur §) wel een afgeleide zou kunnen zijn van een gemengd cyanuurzuur. Hofmann **) nu heeft verbindingen leeren kennen af te leiden van gemengde cyanuurzuren.

Ponomarseff ††) geeft een belangrijk argument om cyanuurzuur te beschouwen als 3 NC . 3 OH, daarin bestaande, dat cyanuurzuur zilver bij gewone temperatuur met aethyliodide verreweg in hoofdzaak vormt *normaal* cyanuurzuur aethyl en zeer weinig *iso*-cyanuraat. Lettende b. v. op het verschil in verhouding bij cyaanzilver N C Ag en cyaankalium N C K tegenover aethyliodide, zou men wellicht geneigd kunnen zijn er eenige beteekenis aan te hechten, dat met bovengenoemde reactie is uitgegaan van het *zilver*zout. Ook zou cyanuurzuur een gemengd zuur kunnen wezen. Een wellicht afdoend argument voor de formule 3 N C . 3 O H voor dit cyanuurzuur is onlangs voorloopig aangekondigd door Claësson §§), die nader hoopt te bewijzen, dat cyamelid is te beschouwen als *iso*-cyanuurzuur en dus tot formule zou hebben 3 C O . 3 N H, tot nogtoe in den regel toegekend aan het gewone cyanuurzuur (zie boven). Herinneren wij er aan, hoe, eenige jaren geleden ***) is aangetoond, dat *normaal* cyanuurzuur aethyl in een luchtverdunde ruimte (40—50 m.m.) bij een betrekkelijk hooge temperatuur (ongeveer 235°) kan worden overgehaald zonder vorming

*) *Recueil.* T. III. p. 307, 309.

†) *Recueil.* T. III. p. 347, 349.

§) *Recueil.* T. IV, p. 93.

**) l. c. Jahrg. 18. S. 3217.

††) l. c. Jahrg. 18. S. 3261.

§§) *J. f. pr. Ch. N. F.* Bd. 33. S. 116.

***) *Recueil* T. I, 220.

van *iso*-cyanuraat *). Men had aanvankelijk te veel gewicht gehecht aan de eigenschap van gewoon cyanuurzuur om geen broom te addeeren †); maar daartegenover staat, dat men later §) het diaethylcyanuurzuur, afgeleid van n. cyanuurzuur aethyl, heeft beschouwd als zijnde normaal of gemengd, en dat, niettegenstaande het geen broom addeert. Maar in ieder geval meende men aan gewoon cyanuurzuur de formule 3CO.3NH te moeten toekennen; en eerst het kunnen optreden in vrijen staat van een ander cyanuurzuur, zal wellicht dit vraagstuk voldoende oplossen; met belangstelling ziet men daarom uit naar den arbeid van CLAËSSON betreffende cyamelid. Het komt ons voor, dat gewoon cyanuurzuur bij verhitten aanvankelijk cyamelid zal moeten vormen en eerst dan isocyaanzuur, ingeval cyamelid is: 3CO.3NH en gewoon cyanuurzuur: 3NC.3OH.

PONOMAREFF **) deelt mede, dat broomcyaan in aetherische oplossing onder zekere omstandigheden kan overgaan in een gepolymeriseerd broomcyaan, blijkbaar van de formule 3NC.3Br. Dit lichaam is namelijk krystallijn en sublimeerbaar volgens gemelden scheikundige, en wijkt dus in eigenschappen af van het gepolymeriseerd broomcyaan, waarop deze medeedeeling betrekking heeft; reden te meer, om dit laatste lichaam te beschouwen als 3NC.3Br, xNCBr, namelijk als een secundaire additie-product van broomcyaan.

BESLUIT.

Het medegedeelde moge leiden tot de volgende uitkomsten:

1. Bij verhitting van broomcyaan in een gesloten buis

---

*) Men had toenmaals betrekkelijk weinig n. cyanuurzuur aethyl tot zijne beschikking, dat ten deele wellicht kan verklaren het verschil betreffende eenige uitkomsten met die van CLAËSSON, betreffende de verhouding bij verhitten onder gewonen luchtdruk; maar dit doet weinig af tot de hoofdzaak boven vermeld.

†) *Recueil* T. I. 220.

§) *Recueil*. T. IV. p. 93.

**) l. c.

eerst bij 130° en vervolgens bij 135°, is geen spanning bij openen der buis. Het ontstane product vormt een amorphe donker bruin gekleurde massa, in samenstelling overeenstemmende met de formule *x* N C Br. Het bevat geen vrij broom.

2. Verwarmd gedurende zeer langen tijd bij 135°, neemt men somwijlen in kleine hoeveelheid kleurlooze kristallen waar van een stof, die bij 200° nog niet smelt en eerst bij hooge tempetuur in damp overgaat.

Broomcyaan verhit met absoluten aether, werkt daarop ontledend in.

3. Wordt broomcyaan, gemaakt door sublimatie zonder bijzondere voorzorgen, in een toegesmolten buis bewaard bij gewone temperatuur, dan wordt het na vele maanden omgezet in een amorphe lichtgeel gekleurde massa, in samenstelling beantwoordende aan de formule *x* N C Br.

4. Scheikundig zuiver broomcyaan blijft onveranderd.

5. Een kleine hoeveelheid vrij broom kan de polymerisatie doen plaats hebben.

6. Het broom schijnt neiging te bezitten om zich te addeeren met broomcyaan N C Br, en dientengevolge de polymerisatie in te leiden. Men zag dan ook in een buis met zuiver broomcyaan en een weinig broom, gedurende maanden alleen hier en daar donker gekleurde druppels; en eerst daarna trad polymerisatie in.

7. Het geel gekleurde polymerisatie-product kenmerkt zich vooral door de verhouding tegenover water bij gewone temperatuur, waarmede het, onder anderen, geeft vrij *broom* en gas (CO_2). Ook bij eenigzins verhoogde temperatuur komt broom vrij.

8. Men beschouwt deze reactie als een duidelijk voorbeeld eener *dissociatie als gevolg van additie.*

9. Dergelijke reacties komen zeker veelvuldig voor. Niet onwaarschijnlijk spelen zij een voorname rol in het plantaardig leven.

10. Het gele polymerisatie-product schijnt grootendeels te bestaan uit een lichaam, ontstaan door een *secundaire* additie, van de formule $N_3C_3 . 3 Br$, N C Br. In verloop van tijd schijnt evenwel verandering in te treden, af te leiden

uit den meerderen weêrstand, geboden aan den invloed van water bij gewone temperatuur, waarbij het product wellicht meer en meer overgaat in $N_3 C_3 . 3 Br$.

11. Het gewone paracyaan (wellicht bestaan er meer) schijnt tot formule te hebben $N_3 C_3 . 3 N C$ (of $N_3 C_3 . 3 N C, x N C$), en terug te brengen tot dezelfde soort verbindingen als gepolymeriseerd chloorcyaan $N_3 C_3 . 3 Cl$ enz., behoorende tot de algemeene formule $N_3 C_3 . 3 R$, waarin R voorstelt een rest van een grondstof, of een alkyl, een alkoxyl enz..

De cyaanalkinen (b.v. $N_3 C_3 . 3 C H_3$) bezitten een overeenkomstige structuur, zoo ook de esters van paracyaanmierenzuur $N_3 C_3 . 3 (C O . O R)$, en niet onwaarschijnlijk tevens een polymeer van cyaanwaterstof, alzoo te beschouwen als $N_3 C_3 . 3 H$.

Utrecht 23 April 1886.

BIJDRAGE

TOT DE

KENNIS VAN NORMAAL CYAANZUUR EN AFGELEIDEN.

DOOR

E. MULDER.

Vervolg *).

Het doel der volgende onderzoekingen was in hoofdzaak, om na te gaan, of er na verloop van vele maanden een merkbaar verschil bestaat in het gehalte van ruw product aan normaal cyanuurzuur aethyl. Daaruit toch zou, alhoewel op indirecte wijze, het besluit kunnen getrokken worden, dat normaal *cyaanzuur* aethyl een deel uitmaakt van ruw product. Dit laatste is wel zeer waarschijnlijk na hetgeen voorafging, maar in ieder geval nog niet uitgemaakt.

De bepalingen zijn genoegzaam uitsluitend gedaan met broomwater en sublimaatoplossing. Men heeft evenwel ook andere methoden getoetst, en zal daarover later iets mededeelen.

Bij de bereidingen I en II is telkenmale ongeveer 12 gr. ruw product te gelijk gemaakt (zie later).

Bereiding I. A. Een hoeveelheid van 2,035 gr. versch ruw product gaf met broomwater 0,275 gr. afzetsel (na drie

---

*) Zie: *Versl. en Meded. d. Koninkl. Akad. v. Wetensch.* Afd. Natuurkunde, 2de Reeks. Deel XX, p. 375.

dagen herleid tot 0,274 gr.), dus 0,0338 gr. op 0,15 gr. product, na aftrek van het gehalte aan alkohol, waarvoor is genomen 40 pCt., of 0,22 gr. afzetsel op 1 gr. van het product.

Van hetzelfde ruwe product (met alkohol) gaf een oplossing van sublimaat 0,604 gr. neêrslag, dus op 0,15 gr. product, na aftrek van het gehalte aan alkohol, 0,0739 gr. of op 1 gr. 0.49 gr. neêrslag.

B. Na een jaar te hebben gestaan, gaf van hetzelfde product (met alkohol) 2,002 gr. aan afzetsel met broomwater 0,456 gr. (na drie dagen herleid tot 0,437 gr.), dus 0,0569 gr. op 0,15 gr. product zonder alkohol, of 0,38 gr. op 1 gr. product.

Een hoeveelheid van 2,019 gr. gaf 0,642 gr. neêrslag met sublimaat, dus op 0,15 gr. product zonder alkohol 0,0794 gr. of op 1 gr. product 0,53 gr. neêrslag.

Op 1 gr. van het product (na aftrek van zijn gehalte aan alkohol), heeft men alzoo aan neêrslag met:

Bereiding I.

	Broomwater.	Sublimaatoplossing.
A	0,22 gr.	0,49 gr.
B (na verloop van een jaar) .	0,38 »	0,53 »

Bereiding II. A. Van een andere bereiding versch ruw product gaven 2,001 gr. met broomwater aan afzetsel 0,414 gr. (na drie dagen herleid tot 0,404 gr.); dat maakt 0,0517 gr. afzetsel op 0,25 gr. product zonder alkohol, of 0,34 gr. afzetsel op 1 gr. product.

Een hoeveelheid van 2,021 gr. gaf 1,007 gr. neêrslag met sublimaatoplossing, dus 0,124 gr. op 0,15 gr. product zonder alkohol, of 0,8 gr. op 1 gr. van het mengsel.

B. Na een jaar gaf van hetzelfde ruwe product 1,952 gr. met broomwater 1,047 gr. afzetsel (na drie dagen herleid tot 1,021) overeenkomende met 0,134 gr. afzetsel op 0,15 gr. van het mengsel zonder alkohol, of 0,89 gr. op 1 gr. van het vloeibare mengsel.

Een hoeveelheid van 1,963 gr. gaf met sublimaatoplos-

sing 1,397 gr. neêrslag, dus 0,177 gr. op 0,15 gr. mengsel zonder alkohol, of 1,1 gr. neêrslag op 1 gr. van het vloeibare product.

Berekend op 1 gr. van het vloeibare mengsel (na aftrek van den alkohol) komt dit overeen met:

Bereiding II.

	Broomwater.	Sublimaatoplossing.
A	0,34 gr.	0,8 gr.
B (na een jaar). . .	0,89 »	1,1 »

Het polymeriseeren van normaal cyaanzuur aethyl schijnt zeer wispelturig te wezen. Men wilde werken met een betrekkelijk groote hoeveelheid versch ruw product, en maakte het produkt op dezelfde wijze, alleen werd te gelijk meer (ongeveer 50 gr.) gemaakt, zie hier met welke uitkomst.

Bereiding III. A. Een hoeveelheid van 1,949 gr. versch ruw product gaf 1,03 gr. neêrslag met sublimaatoplossing; dus 0,132 gr. op 0,15 gr. van het vloeibaar mengsel zonder alkohol, of 0,88 gr. op 1 gr. van het mengsel.

B. Na 4 maanden gaf 1,929 gr. aan neêrslag 1,037 gr., bij gevolg 0,134 gr. op 0,15 gr. mengsel zonder alkohol, of 0,89 gr. op 1 gr. van het laatste.

Een hoeveelheid van 1,923 gr. gaf met broomwater 0,805 gr. afzetsel; dat komt overeen met 0,104 gr. op 0,15 gr. van het vloeibare mengsel zonder alkohol, of 0,69 gr. op 1 gr, van het laatste.

C. Na 12 maanden (dus in 't geheel 16 maanden) gaf 2,012 gr. van hetzelfde ruwe product 1,103 gr. neêrslag met subblimaatoplossing, dus 0,137 gr, op 0,15 gr. van het product, na aftrek van den alkohol, of 0,91 gr. neêrslag op 1 gr. vloeistof.

Een hoeveelheid van 1,992 gr. van dit vloeibare product gaf 0,832 gr. afzetsel met broomwater (na twee dagen herleid tot 0,796), hetgeen overeenstemt met 0,104 gr. afzetsel op 0,15 gr. product zonder alkohol, of 0,69 gr. afzetsel op 1 gr. van het mengsel.

Op 1 gr. product (na aftrek van het gehalte aan alkohol) heeft men alzoo:

Bereiding III.

	Broomwater.	Sublimaatoplossing.
A	—	0,88 gr.
B (na 4 maanden). . . .	0,69 gr.	0,89 »
C (na 12 maanden, in 't geheel 16 maanden) . .	0,69 »	0,91 »

Bereiding IV. A. Een hoeveelheid van 1,954 gr. van een ander versch ruw product (waarvan eveneens ongeveer 50 gr. te gelijk was gemaakt) gaf 0,861 gr. afzetsel met broomwater, overeenstemmende met 0,11 gr. op 0,15 gr. der te onderzoeken vloeistof na aftrek van het gehalte aan alkahol, of 0,73 gr. op 1 gr. product. 2,019 gr. leverde op aan neêrslag 1,461 gr. met sublimaatoplossing; alzoo 0,18 gr. op 0,15 gr. product zonder alkohol, of 1,2 gr. op 1 gr. van het vloeibare mengsel.

B. Na een jaar gaf 1,986 gr. van hetzelfde product met broomwater 1,095 gr. afzetsel (na twee dagen herleid tot 1,073 gr.), overeenkomende met 0,137 gr. op 0,15 gr. van het te onderzoeken mengsel zonder alkohol, of 0,91 gr. op 1 gr. van dit product.

1,993 gr. gaf 1,46 gr. neêrslag met sublimaatoplossing, dat stemt overeen met 0,183 gr. op 0,15 gr. product zonder alkohol, of 1,22 gr. op 1 gr. van dit mengsel.

Op 1 gr. product (na aftrek van den alkohol) heeft men dientengevolge:

Bereiding IV.

	Broomwater.	Sublimaatoplossing.
A	0,73 gr.	1,2 gr.
B (na een jaar).	0,91 »	1,22 »

Om de medegedeelde uitkomsten beter te kunnen overzien, zullen de hoeveelheden normaal cyanuurzuur aethyl

worden berekend overeenkomende met die der neêrslagen door broomwater en sublimaatoplossing verkregen. Een veelheid van 1 gr. normaal cyanuurzuur aethyl gaf gemiddeld 1,48 gr. afzetsel met broomwater, en met sublimaatoplossing 2,075 gr. neêrslag. De amido-verbinding is berekend als te zijn n. cyanuurzuur aethyl. Het gehalte aan dit cyanuuraat op 100 gew.-d. ruw product, na aftrek van den alkohol waarvoor is genomen 40 pCt., bedraagt alsdan:

Bereiding I.

	Broomwater.	Sublimaat-oplossing.
A	14,7 pCt.	23,6 pCt.
B (na een jaar).	25,6 »	25,5 »

Bereiding II.

A	22,9 pCt.	38,5 pCt.
B (na een jaar).	60,1 »	53,0 »

Bereiding III.

A	—	42,4 pCt.
B (na 4 maanden) . . .	46,6 pCt.	42,8 »
C (na 12 maanden in 't geheel na 16 maanden).	46,6 »	43,8 »

Bereiding IV.

A	49,3 pCt.	57,8 pCt.
B (na een jaar).	61,4 »	58,7 »

Tot dusverre had men meer vertrouwen in de methode met broomwater dan met sublimaatoplossing ter bepaling van het gehalte aan n. cyanuurzuur aethyl. Zoo kan het b. v. zijn, ingeval namelijk n. cyaanzuur aethyl in overmaat aanwezig is, dat sublimaatoplossing geen neêrslag vormt (tenzij na eenigen tijd te hebben gestaan), terwijl de oplossing opalesceert. Ook veronderstelt men, dat sublimaat bij het neêrslaan van n. cyanuurzuur aethyl tevens eenig n.

cyaanzuur aethyl kan medevoeren, waardoor de gevonden waarden 23,6, 38,5 en 57,8 der ber. I, II en IX zouden te verklaren zijn.

De bepalingen met broomwater, en in zeker opzicht ook die met sublimaatoplossing, schijnen genoegzaam te bevestigen, wat eenige jaren geleden *) is gezegd, dat namelijk n. cyanuurzuur aethyl en n. cyaanzuur aethyl een soort verbinding kunnen vormen, en wel werd dit meer bepaald gezegd van het lichaam van Cloëz. In dit geval zou in ruw product een soort verbinding kunnen zijn van cyanuraat en cyanaat, terwijl ook de alkohol wellicht niet geheel indifferent is, gelijk het geval is in versch ruw product (onder gewone omstandigheden), te beschouwen als te bestaan voor het grootste gedeelte uit $NCOC_2H_5 . C_2H_6O$.

Uit het voorgaande zou dan volgen, dat de polymerisatie van n. cyaanzuur aethyl slechts een zekere grens kan bereiken in ruw product (of ten minste uiterst langzaam kan vorderen); altijd wel te verstaan, aangenomen, dat het ontbrekende is n. cyaanzuur aethyl.

Over andere methoden ter quantitatieve bepaling. Zoutzuur. Hetzelfde product, dat 0,88 gr. neêrslag had gegeven met sublimaatoplossing op 1 gr. (zonder alkohol), gaf bij staan met eenig zoutzuur onder een exsiccator van 2,023 gr. product (met alkohol) aan vaste stof 0,746 gr., die genoegzaam schijnt te bestaan uit cyanuurzuur. Op 1 gr. van het product (zonder alkohol) bedraagt dit 0,61 gr. vaste stof. Een hoeveelheid van 1 gr. n. cyanuurzuur aethyl gaf onder gelijke omstandigheden 0,6 gr. cyanuurzuur. Deze methode zou kunnen dienen om tegelijk cyanuurzuur en cyaanzuur te bepalen; in ieder geval behoort zij nog te worden nagegaan.

Sodaloog. Van hetzelfde product (met alkohol) werd verzeept bij gewone temperatuur (0,4 gr. natrium op 12 C.C. water) een hoeveelheid van 2,034 gr.. Na 12 weken werd bij neutratisatie afgezet 0,187 gr. diaethylcyanuurzuur, of

---

*) *Recueil* III. 153.

0,153 gr. op 1 gr. van het product zonder alkohol. De tijd heeft echter grooten invloed op de uitkomst. Een hoeveelheid toch van 1,993 gr. van hetzelfde product (met alkohol) gaf na verzeeping gedurende 4 weken 0,364 gr. diaethylcyanuurzuur; bij verzeepen in 2 dagen gaven 2 gr. product 0,378 gr., en gedurende 1 dag gaf 2,008 gr. product 0,312 gr. diaethylcyanuurzuur (bij de twee laatste bepalingen was nu en dan geschud). Ook zal de temperatuur invloed uitoefenen.

Ter contrôle werd n. cyanuurzuur aethyl verzeept. Een hoeveelheid van 1,013 gr. gaf na verzeepen gedurende 4 weken 0,647 gr., en verzeepende in twee dagen gaf 1 gr. aan diaethylcyanuurzuur 0,837 gr.. Het schijnt dus wel, dat deze methode wat lastig is in de toepassing, tenzij men totaal verzeept (zie later).

Blijkbaar gaat het diaethylcyanuurzuur langzamerhand over in monaethylcyanuurzuur. Bij verzeepen dan ook van hetzelfde ruwe product met sodaloog, die tweemaal zoo sterk was (0,8 gr. natrium op 12 C.C. water), als altijd bij gewone temperatuur, gedurende vier weken, was de hoeveelheid diaethylcyanuurzuur, die zich afzette te gering om te wegen; maar na vier weken te hebben gestaan krystalliseerde uit de vloeistof na neutralisatie een andere verbinding, in krystallen die effloresceerden onder den exsiccator, blijkbaar monaethylcyanuurzuur. Deze verbinding nader wenschende te leeren kennen, werd een vrij groote hoeveelheid van een nieuwe partij ruw product op dezelfde wijze verzeept. Maar ongelukkigerwijze was de massa wat te lang blijven staan, zoodat bij neutralisatie het bekende zout van cyanuurzuur $C_3 N_3 H_2 Na O_3$ werd afgezet; anders gezegd, de verzeeping was volkomen.

Verzeeping van ruw product met potassa opgelost in alkohol (of water) bij gewone temperatuur *). Na eenigen tijd te hebben gestaan zet zich in kleine hoeveelheid van een krystallijne stof af, en wel van 24 gr. ruw product (met alkohol)

*) *Recueil*. T. III. 308.

als eerste afzetsel 0,3 gr. en als tweede 0,23 gr., beiden zeer oplosbaar in water. Het eerste in water opgelost geeft met alkohol een vloeibaar afzetsel, niet aldus het laatste afzetsel. Geen van beiden schijnt te zijn O C N K, of daarvan slechts zeer weinig te bevatten. De waterige oplossing van het tweede afzetsel gaf met zoutzuur kooldioxyde en met NESSLER's reagens de reactie op ammoniak of amine (niet alvorens zuur te hebben toegevoegd).

De moederloog geeft in een reageerbuisje met zoutzuur zeer duidelijk de reactie van ammoniak of amine. Ook bezit de oplossing dien eigenaardigen sterken reuk, waarvan vroeger gewag werd gemaakt.

Alles schijnt te leiden tot de veronderstelling, dat n. cyaanzuur aethyl $NCOC_2H_5$ onder gemelde omstandigheden niet wordt omgezet in NCOK, overgaande in OCNK, maar dat de ontleding geschiedt in een anderen zin (wellicht gaat een deel van $NCOC_2H_5$ over in $CNOC_2H_5$, een afgeleide van een carbylamine, gemelden doordringenden reuk gevende).

Een hoeveelheid van ongeveer 72 gr. ruw product werd verzeept met een waterige oplossing van soda (zie vroeger); na verzeeping en neutralisatie met zoutzuur werd de vloeistof grootendeels op een waterbad verdampt, en na afzetten van keukenzout, bij de moederloog platinachloride gevoegd. De hoeveelheid van afgezet dubbelzout liet echter niet toe, daarmede de noodige analysen te verrichten.

Cyanuurzuur aethyl en zoutzuurgas (*vervolg*) *). Een hoeveelheid van 0,914 gr. cyanuuraat nam door zoutzuurgas 0,183 gr. toe of 16,6 pCt. van het ontstane additie-product. Onder een exsiccator met kalk verminderde het gewicht, om met 0,786 gr. constant te blijven, dus een vermindering van 0,128 gr. of 14,1 pCt.. In dit geval kan worden aangenomen, dat ontstaat $N_3C_3 . 3\,OC_2H_5 . HCl$ overgaande bij staan in C_2H_5Cl en $N_3C_3 . 2\,OC_2H_5 . OH$ (of gemengd). In deze proef werd het cyanuuraat gesmolten om de opname

*) Zie: *Recueil*, III, 305.

van het gas te bevorderen, maar werd de massa toch spoedig dikvloeibaar. In de volgende proef werd verwarmd bij ongeveer 35^0, alzoo nabij de temperatuur van ontleding van het additie-product. Er werd toen meer opgenomen en wel 1,0155 gr. cyanuuraat vermeerderde tot 0,3145 gr. of 23,6 pCt. van het additie-product; bij staan bleef het constant met 0,805 gr., dus na een vermindering van 0,2105 gr.. Blijkbaar was hier ontstaan $N_3C_3 . 3\,OC_2H_5 . 2\,HCl$, overgaande in $2\,C_2H_5Cl$ en $N_3C_3 . OC_2H_5 . 2\,OH$ (of gemengd).

De verbinding $N_3C_3 . 3\,OC_2H_5 . HCl$ vordert een toename in gewicht van 14,6 pCt., en $N_3C_3 . 3\,OC_2H_2 . 2\,HCl$ van 25,4 pCt..

Het kristallijne additie-product gemaakt door leiden van HCl in een oplossing van aethylcyanuurzuur in aether, bevatte 21,8 pCt. chloorwaterstof. Bij staan werd de oorspronkelijke hoeveelheid 1,043 gr., na additie 1,335 gr., herleid tot 0,862 gr., dus een verlies van 0.181 gr.. Blijkbaar was hier in hoofdzaak gevormd $N_3C_3 . 3\,OC_2H_5 . 2\,HCl$, overgaande in $2\,C_2H_5Cl$ en $N_3C_3 . OC_2H_5 . 2\,OH$ (of gemengd). De additie-produkten van cyanuuraat en HCl zijn weinig standvastig.

Uitgaande van de verbinding $N_3C_3 . 3\,OC_2H_5, HgCl_2$, bleek dat deze half vloeibaar werd in chloorwaterstof-gas (als altijd werd afgekoeld met water); een hoeveelheid van 0,493 gr. vermeerderde met 0,039 gr. of 7,9 p.c. ($N_3C_3 . 3\,OC_2H_5$, $HgCl_2 . HCl$ eischt 7,5 pCt.). Na een jaar rust was het gewicht genoegzaam onveranderd gebleven. Een tweede bepaling (0,4605 gr. der verbinding vermeerderde 0,04 gr.) leidde tot genoegzaam eenzelfde uitkomst. Men verwonderde er zich over, dat het gewicht niet verminderde, want de verbinding $N_3C_3 . 3\,OC_2H_5$, $HgCl_2$ smelt eerst bij ongeveer 115^0, en niet onwaarschijnlijk volgt uit het half vloeibaar worden door HCl, dat de verbinding $N_3C_3 . 3\,OC_2H_5$, $HgCl_2$ wordt ontleed.

Het behoeft wel niet gezegd, dat de overmaat van chloorwaterstof werd verdreven door zuivere lucht.

Diaethylcyanuurzuur en HCl. Een hoeveelheid van 0,8126 gr. nam toe in gewicht 0,1528 gr. of 15,8 pCt. van het

additie-product (de formule $N_3C_3 . 2\,OC_2H_5 . OH$, HCl, of gemengd, vordert 18,9 pCt.). Na geruimen tijd bleef het gewicht constant met 0,651 gr., dus na een vermindering van 0,1616 gr.. Blijkbaar zou er kunnen ontstaan $N_3C_3 . 2\,OC_2H_5 . OH . HCl$, of gemengd, bij rust overgaande in $N_3C_3 . OC_2H_5 . 2\,OH$, of gemengd, en C_2H_5Cl.

N. cyanuurzuur aethyl en aethyliodide. Het cyanuuraat is zeer oplosbaar in aethyliodide, en wel het gewicht van een mol. cyanuuraat in dat van een mol. iodide ($N_3C_3 . 3\,O\,C_2H_5 = 212{,}64$: $C_2H_5I = 155{,}47$) en nog veel minder. Verhit, in de verhouding van een mol. van elk, bij 110° gedurende 32 uren, was een lichaam uitgekrystalliseerd, het overige bleef vloeibaar (bij 80° bleef alles vloeibaar, bij 100° was slechts weinig afzetsel). Men veronderstelt, dat hier geen atomistisch additie-product ontsaat, en eenvoudig wat isocyanuurzuur aethyl wordt gevormd (het smeltpunt was echter na eenmalige omkrystallisatie ongeveer 81°,5). In ieder geval behoort deze reactie te worden vervolgd.

Monamidecyanuurzuur aethyl *). Deze verbinding wordt ook gevormd bij staan van n. cyanuurzuur aethyl met betrekkelijk zeer verdunden ammoniak en wel 20 gr. van 6,05 pCt. en 100 gr. water op 5 gr. n. cyanuurzuur aethyl (vroeger was genomen 22 gr. ammoniak van 6,05 pCt. op 5,34 gr. cyanuuraat) bij gewone temperatuur (in een toegesmolten buis).

Besluit.

Het medegedeelde schijnt te mogen leiden tot deze gevolgtrekkingen.

1. Bij staan gedurende maanden van ruw versch product, schijnt de hoeveelheid normaal cyanuurzuur aethyl zeer merkbaar toe te nemen; waaruit men dan zou mogen besluiten tot de aanwezigheid van n. *cyaanzuur* aethyl.

---

*) Zie *Recueil*, III, 304.

2. Wenscht men te werken met n. *cyaanzuur* aethyl, dan neme men versch ruw product *), maar make er van niet veel meer dan ongeveer 12 gr. te gelijk.

3. De methode ter bepaling van n. cyanuurzuur aethyl met broomwater is te verkiezen boven die met sublimaat, welke afwijkingen vertoont tot nog toe niet te verklaren.

De verzeepingsmethode met sodaloog zal wel geen nauwkeurige uitkomsten kunnen geven, of men zou totaal moeten verzeepen, daar de verbinding $N_3 C_3 . 3 OC_2 H_5$ eerst wordt $N_3 C_3 . 2 OC_2 H_5 . OH$ (of gemengd), daarna $N_3 C_3 . OC_2 H_5 , OH$ (of gemengd) en ten slotte $N_3 C_3 . 3 OH$ (of $3 CO . 3 NH$).

De methode om te verzeepen met rookend zoutzuur bij gewone temperatuur kan dienst doen vooral, in geval men cyanuurzuur en cyaanzuur aethyl beiden verlangt te bepalen.

4. Werd ruw product en wel ongeveer 72 gr. totaal verzeept met sodaloog bij gewone temperatuur, daarna geneutraliseerd (waarbij kooldioxyde vrijkomt), gefiltreerd, het filtraat grootendeels verdampt, en bij de moederloog van afgezet keukenzout platinumchloride gevoegd, dan ontstond wel van eenig dubbel-zout, maar te weinig, om daarmede de noodige analysen te doen.

5. Bij verzeepen met potassa in alkohol opgelost bij gewone temperatuur, zet zich een kristallijne stof af. Laat men dit bij gedeelten geschieden, en onderzoekt deze afzetsels, dan blijkt daarin geen noemenswaardige hoeveelheid kaliumcyanaat te wezen, terwijl de afzetsels samen eenige decigrammen niet overschrijden, uitgaande van ongeveer 24 gr. ruw product. Te oordeelen naar eenige eigenschappen, is dit afzetsel, ten minste gedeeltelijk wellicht $NH_2 . CO . OK$.

6. Cyanuurzuur aethyl $N_3 C_3 . 3 OC_2 H_5$ kan 1 HCl en 2 HCl opnemen en alzoo doen ontstaan $N_3 C_3 . 3 OC_2 H_5, HCl$ en $N_3 C_3 . 3 OC_2 H_5, 2 HCl$, bij gewone temperatuur overgaande, zooals schijnt, in $C_2 H_5 Cl$ en $N_3 C_3 . 2 OC_2 H_5, OH$ (of gemengd) en $N_3 C_3 . OC_2 H_5, OH$ (of gemengd). Diaethylcyaanzuur kan opnemen HCl en vormen $N_3 C_3 . 2 OC_2 H_5 . OH$.

---

*) Zie over de bereiding: *Recueil* III, 306.

HCl, zich omzettende wellicht in $N_3C_3 . OC_2H_5 . 2\,OH$ (of gemengd).

7. N. cyanuurzuur aethyl is zeer oplosbaar in aethyliodide. Een betrekkelijk zeer verdunde oplossing van ammoniak is nog in staat om bij gewone temperatuur n. cyanuurzuur aethyl om te zetten in monamidocyanuurzuur aethyl.

In een volgende studie zullen, onder anderen, de uitkomsten worden medegedeeld van verzeepingsbepalingen met ruw product van bereiding III en IV bij gewone temperatuur met rookend zoutzuur, ten einde te weten, of in werkelijkheid 40—50 pCt. n. cyaanzuur aethyl zich aan polymerisatie hebben onttrokken. Ook deze bepalingen zullen ter volvoering eenige maanden vereischen.

Utrecht, 23 April 1886.

OVER DE ONTLEDING

VAN

KALIUMCHLOROCHROMAAT EN KALIUMFLUO-CHROMAAT ONDER DEN INVLOED DER WARMTE.

DOOR

A. C. OUDEMANS Jr.

In verschillende uitgebreide handboeken over anorganische scheikunde, onder anderen in dat van MICHAËLIS (nieuwe uitgave van GRAHAM-OTTO's leerboek), is onder de bereidingswijzen van chloorgas er eene opgenomen, die vooral daarom wordt aanbevolen, omdat het zich ontwikkelende gas zuiver en vooral droog is. In het aangehaalde handboek wordt namelijk opgegeven, dat kaliumchlorochromaat reeds bij 100° C. zijn geheele gehalte aan chloorgas afgeeft.

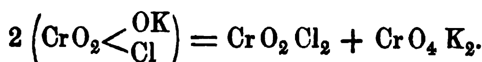
Telkenmale wanneer ik op mijne lessen over anorganische scheikunde de methoden ter bereiding van chloorgas moest behandelen, werd ik getroffen door de onwaarschijnlijkheid van de boven omschrevene bewering; dat het chloor bij 100° C. in zijn geheel zou ontwijken, kwam mij voor in strijd te zijn met onze denkbeelden en ervaringen omtrent de (zoogenaamde) affiniteit van het halogeen tot kalium.

De twijfel, waaromtrent ik ten aanzien van dit punt verkeerde, leidde mij onlangs tot een onderzoek, waarvan ik de uitkomsten in het volgende wedergeef.

Vooraf echter veroorloof ik mij, kortelijk samen te vatten, wat door vroegere onderzoekers omtrent de ontleding

van kaliumchlorochromaat en kaliumfluochromaat bij verhitting is medegedeeld.

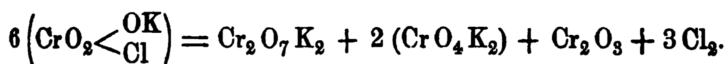
Schafarik *) onderzocht, of bij verhitting in glazen vaten het chlorochromaat in kaliumchromaat en chromylchloried ontleed werd, hetgeen zou kunnen plaats hebben volgens de reactie:



$$2\left(CrO_2<^{OK}_{Cl}\right) = Cr\,O_2\,Cl_2 + Cr\,O_4\,K_2.$$

Volgens hem smelt het zout, scheidt het $Cr_2\,O_3$ af, maar geeft het geen $Cr\,O_2\,Cl_2$ of slechts sporen daarvan.

A. Streng †) beweert, dat zich door verhitten van kaliumchlorochromaat volkomen droog chloorgas laat bereiden en dat er een mengsel overblijft van chroomoxyd, kaliumchromaat en kaliumdichromaat. De ontledingsformule, door hem aangegeven, is de volgende:



$$6\left(CrO_2<^{OK}_{Cl}\right) = Cr_2\,O_7\,K_2 + 2\,(Cr\,O_4\,K_2) + Cr_2\,O_3 + 3\,Cl_2.$$

Streng zegt echter, dat deze reactie zoo ingewikkeld is, dat het de moeite zou loonen, daaromtrent een nader onderzoek in het werk te stellen en te ervaren, of niet nevens chloor zuurstof ontwijkt en of niet een deel van het chloor terugblijft. In eene noot voegt hij er aan toe, dat volgens voorloopige proeven, door hem genomen, het chloor tot op eene kleine hoeveelheid schijnt te worden verwijderd en dat nevens chloor inderdaad ook zuurstof ontwijkt.

Volgens Gentele §) geeft het zout bij 100° C. zijn geheele gehalte aan chloor af. Het is waarschijnlijk, dat Michaëlis deze bewering als de uitdrukking der waarheid in zijn leerboek heeft opgenomen, zonder op de tot twijfel leidende uitkomsten van Streng te letten.

---

*) *Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der Kaiserl. Akad. der Wissenschaften.* Wien 47, 2e Abth., p. 255.

†) Liebig's *Annalen,* 129, p. 226.

§) Gmelin's *Lehrbuch.* Laatste uitgaaf, I 2, 347.

Bij het onderzoek, dat ik mij voornam uit te voeren, overtuigden mij eenige voorloopige proeven, dat, bij verhitting van het kaliumchromaat in eene opene porceleinen kroes boven de gasvlam, wel is waar chloorgas ontweek, maar dat, zelfs na eene verhitting gedurende eenige uren, eene zeer aanzienlijke hoeveelheid chloor terugbleef.

Het meer nauwkeurig onderzoek van de producten, die bij de ontleding van het zout in de hitte ontstaan, werd op de volgende wijze uitgevoerd.

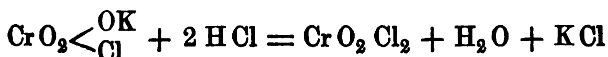
In een glazen kolfje van 30—50 C.C. inhoud, werd ongeveer 1½—2 gram op 90° C. gedroogd kaliumchlorochromaat gebracht. Daarop werd het verbonden met een toestel, die een voortdurenden stroom droog koolzuur kon leveren. Nu eens werd de verhitting uitgevoerd zonder dat van de ontwekene gassen of dampen rekening werd gehouden, en een andermaal werd, om de ontleding zooveel mogelijk op den voet te kunnen volgen, het kolfje aan de andere zijde verbonden met twee Weber'sche bolbuizen, bevattende een overmaat van kaliumiodiedoplossing; het uiteinde der tweede bolbuis was weder verbonden met eene ontwikkelingsbuis, die gemakkelijk onder eene klok met sterke kaliloog, staande in een bak met hetzelfde vocht, kon worden gebracht.

Nadat de toestel met koolzuur was gevuld, werd de klok boven de opening der ontwikkelingsbuis geplaatst en met de verhitting begonnen, terwijl steeds een langzame stroom koolzuur werd doorgeleid. De verhitting werd nu zoolang voortgezet, totdat de dunne laagjes gesmolten zout, die zich langs den binnenwand van het kolfje hadden verspreid, donkerrood gloeiend waren geweest en zich geene gasbelletjes meer daaruit ontwikkelden. Daarna liet men het kolfje langzaam bekoelen en werd steeds koolzuur doorgeleid, om de laatste hoeveelheden ontwikkeld gas weg te voeren.

Bij het begin der verhitting ontwikkelde zich korten tijd een bruingeel gas, damp van chromylchloried met chloorgas gemengd. De aanwezigheid van het eerste kon worden aangetoond, doordien het gas in de Weber'sche bolbuizen aanleiding gaf tot eene zeer geringe hoeveelheid chroomzuur kalium, die in baryumchromaat kon worden omgezet.

Na weinige oogenblikken was echter de bruinachtig gele kleur van het ontwijkende gas verdwenen.

Het is niet zeker aan te geven, waarom deze kleine hoeveelheid chromylchloried zich slechts in het begin vormt; misschien moet het worden toegeschreven aan een spoor van zoutzuur, dat, niettegenstaande het drogen van het fijngepoederde zout, hardnekkig aan de kristalmassa blijft hechten *) en bij verhitting aanleiding zou kunnen geven tot de volgende omzetting:



$$CrO_2{<}^{OK}_{Cl} + 2\,HCl = CrO_2\,Cl_2 + H_2O + KCl$$

Het verdere beloop der reactie is gemakkelijk verstaanbaar. Door de weging van het kolfje vóór en na de proef kan het gewichtsverlies worden bepaald. In de bolapparaten verzamelt zich eene hoeveelheid iodium, aequivalent aan de hoeveelheid uitgedreven chloor; in de glazen klok verzamelt zich zuurstof en het in 't kolfje teruggeblevene stelt ons in staat om te bepalen, welke verbindingen zijn teruggebleven en welke de onderlinge verhouding daarvan is.

Zie hier nu de uitkomsten van een paar der best gelukte quantitatieve analysen, op die wijze verricht:

A. 1) 1.6540 gr. chlorochromaat verloren 0.2332 gr. aan gewicht.

Van het gewichtsverlies (14.1 pCt) was, naar de hoeveelheid iodium, die was vrij geworden (0.5624 gr.), 0.1571 gr. chloor = 9.5 pCt. en alzoo 0.0761 gr. zuurstof = 4.5 pCt. †)

2) Uit dezelfde hoeveelheid zout werd gevormd 0.3440 gr. Cr_2O_3 = 20.8 pCt.

---

*) Ik herinner hier, dat kaliumchlorochromaat niet zonder ontleding uit water kan worden omgekristalliseerd.

†) De hoeveelheid afgescheiden zuurstof werd niet door meting van het volumen bepaald; het was mij, bij het opvangen van het gas voornamelijk te doen, om de aanwezigheid daarvan bepaald aan te toonen. Naar het volumen gas te rekenen verkreeg ik 3.5 pCt. O in plaats van 4.5 pCt. Het ontbrekende mag wel aan absorptie in de gebezigde kali worden toegeschreven.

3) Uit het residu werd verkregen 0.7013 gr. $AgCl = 0.1736$ gr. $Cl = 10.5$ pCt.

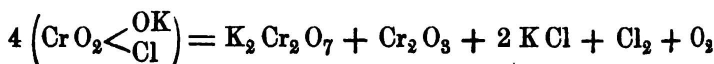
B. 1) 2.0670 gr. chlorochromaat verloren 0.3248 gr. aan gewicht.

Van het gewichtsverlies (15.7 pCt.) was, naar de hoeveelheid vrij geworden iodium te rekenen (0.7830 gr.), 0.2189 gr. chloor = (10.6 pCt.) en alzoo 0.1059 gr. zuurstof (5.1 pCt.).

2) Uit dezelfde hoeveelheid werd verkregen 0.4560 gr. $Cr_2O_3 = 22.1$ pCt.

3) Uit het residu werd verkregen 0.7684 gr. $AgCl = 0.1901$ gr. $Cl = 9.2$ pCt.

Hieruit berekent men de volgende formule van ontleding.



$$4\left(CrO_2<^{OK}_{Cl}\right) = K_2Cr_2O_7 + Cr_2O_3 + 2\,KCl + Cl_2 + O_2$$

Vergelijkt men de uitkomsten der analyse met de cijfers, welke uit deze formule worden afgeleid, zoo verkrijgt men het volgende:

Formule:

Gewichtsverlies ($Cl_2 + O_2$)	14.7 pCt.	10.1 pCt. Cl 4.6 » O
Chroomoxyd	21.7 »	
Cl in het residu	10.1 »	

Analyse A:

Gewichtsverlies 14.1 pCt.	9.5 pCt.	Cl
	4.6 »	O
	20.8 »	Cr_2O_3
	10.5 »	Cl in het résidu

Analyse B:

Gewichtsverlies 15.7 pCt.	10.6 pCt.	Cl
	5.1 »	O
	22.1 »	Cr_2O_3
	9.2 »	Cl in het résidu

Ter bevestiging van de formule mag nog strekken, dat ik eenige malen eene zekere hoeveelheid van het chlorochromaat in buizen van hard glas met afleidingsbuis, hetzij in de lucht

hetzij in koolzuur heb verhit, het residu met water heb uitgetrokken en na filtratie het vocht aan vrijwillige verdamping heb blootgesteld. Daarbij werd eerst kaliumdichromaat en later kaliumchloried afgescheiden; slechts één enkele maal was van eene gele uitbloemende massa (kaliumchromaat) iets te bespeuren, waarschijnlijk een gevolg van te lange en hevige verhitting.

Het verhitten van kaliumchlorochromaat in opene porceleinen kroezen voert tot eenigzins afwijkende uitkomsten, vooral wanneer de ontleding wat lang wordt voortgezet. Bij dikke lagen kan de ontleding niet snel voortgaan, en daarentegen komen als storende invloeden vooral in aanmerking: 1°. vervluchtiging van chloorkalium; 2°. ontleding van kaliumdichromaat $2\,K_2Cr_2O_7 = 2\,K_2CrO_4 + Cr_2O_3 + O_3$ en; 3°. vorming van kaliumchromaat door de wisselwerking van chloorkalium, chroomoxyd, zuurstof en uit de vlamgassen afkomstigen waterdamp ($Cr_2O_3 + 4\,KCl + 2\,H_2O + O_3 = 2\,CrO_4K_2 + 4\,HCl$) *).

In de boven aangehaalde verhandeling van STRENG wordt ook melding gemaakt van de ontdekking van het kaliumfluochromaat en van de ontleding, die dit zout bij verhitting in glazen en platina toestellen ondergaat.

STRENG vond, op een spoor hygroscopisch water na, de samenstelling van het fluochromaat geheel overeenkomstig met die van het chlorochromaat. Hij komt tot het resultaat, dat zich bij verhitting van het droge zout in een van de lucht afgesloten platinatoestel, fluorgas moet ontwikkelen. Proeven in een *glazen* retort gaven hem eerst zuurstof en later fluorsilicium. Of daarbij aanvankelijk nevens zuurstof ook fluor in vrijheid wordt gesteld, laat hij voorloopig in het midden.

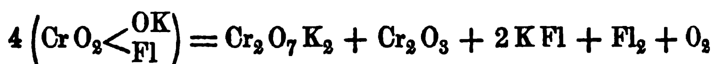
Het komt mij waarschijnlijk voor, dat de wijze waarop

*) Ik heb mij overtuigd, dat bij gloeiing van chroomoxyd met chloorkalium in een open porceleinen kroes boven de gasvlam, al spoedig zeer merkbare hoeveelheden kaliumchromaat worden gevormd.

zich het fluochromaat ontleedt, geheel analoog is aan die waarop zich het chlorochromaat gedraagt. Ik vind voor dat vermoeden een steun in de uitkomsten, die door STRENG zelf ten aanzien van het verlies bij gloeiing en van het fluorgehalte in het residu worden medegedeeld.

Hij vond voor het eerste, al naarmate de verhitting korter of langer werd voortgezet, in 8 proeven 7.56—11.17 pCt. gewichtsverlies en in het residu in 4 proeven 4.0, 5.51, 6.40 en 7.62 pCt. fluor.

Neemt men als ontledingsformule aan:



$$4\left(CrO_2<^{OK}_{Fl}\right) = Cr_2O_7K_2 + Cr_2O_3 + 2\,KFl + Fl_2 + O_2$$

dan berekent men als gewichtsverlies ($O_2 + Fl_2$) 11.0 pCt. en als fluorgehalte van het residu 6.02 pCt.

Een paar voorloopige proeven, door mijzelf genomen ten aanzien van het gloeiverlies, bevestigen de opgaven van STRENG (Ik verkreeg in gedekte platinakroezen een gewichtsverlies van 10.1—10.7 pCt). De afwijkingen, die tusschen de verkregen en de berekende cijfers worden waargenomen, laten zich gemakkelijk daardoor verklaren, dat de verhitting of te kort of te lang heeft geduurd. Bij te langdurige verhitting toch kan het gloeiverlies toenemen door vervluchtiging van fluorkalium.

Merkwaardig is het, dat men (STRENG heeft dit reeds opgemerkt) in de ontleding van droog kaliumfluochromaat een middel heeft, om zich droog fluorgas (nevens zuurstof) te bereiden en dat nog niemand verder er aan heeft gedacht, om deze reactie te bezigen tot het bereiden van fluor of tot het bestudeeren van de werking, die fluor op oplossingen van alcaliën uitoefent.

Delft, 26 Maart 1886.

PROCES-VERBAAL

VAN DE

GEWONE VERGADERING DER AFDEELING NATUURKUNDE,

op Zaterdag 29 Mei 1886.

Tegenwoordig de Heeren: BUYS BALLOT, Voorzitter, ZEEMAN, PLACE, STOKVIS, BEHRENS, MAC GILLAVRY, HUBRECHT, BRUTEL DE LA RIVIÈRE, MULDER, VAN 'T HOFF, BAEHR, HOFFMANN, KOSTER, ZAAIJER, SURINGAR, HOEK, MICHAËLIS, BIERENS DE HAAN, SCHOLS, VAN DIESEN, BOSSCHA, VAN DE SANDE BAKHUYZEN, VAN BEMMELEN, FRANCHIMONT, FORSTER, PEKELHARING, SCHOUTE, RIJKE, A. C. OUDEMANS JR., ENGELMANN, KORTEWEG, DONDERS, RAUWENHOFF en C. A. J. A. OUDEMANS, Secretaris.

— Het Proces-Verbaal der vorige vergadering wordt, behoudens eene kleine wijziging in de redactie, goedgekeurd.

— Worden gelezen Brieven van Dankzegging voor ontvangen werken der Akademie van de navolgenden:
1°. G. J. W. BREMER, Secretaris van het Bataafsch Genootschap der proefondervindelijke Wijsbegeerte te Rotterdam, 27 April 1886; 2°. VAN NAAMEN, Secretaris der Overijsselsche Vereeniging tot ontwikkeling van provinciale welvaart te Zwolle, Mei 1886; 3°. A. LAMEERE, Secretaris der Société entomologique de Belgique te Brussel, 15 Mei 1886; 4°. den Directeur van het Observatoire royal te Brussel, 20 Mei 1886; 5°. E. REUSENS, Bibliothecaris der Université catholique te Leuven, 12 Mei 1886; 6°. P. WILLEMS, Leuven, 13 Mei 1886;

7°. P. J. van Beneden, Leuven, 14 Mei 1886; 8°. P. L. Sclater, Secretaris der zoological Society te Londen, 17 Mei 1886; 9°. den Directeur van het hydrographic Department te Londen, 18 Mei 1886; 10°. R. Owen, Londen, 20 Mei 1886; 11°. W. H. M. Christie, Directeur van het royal Observatory te Greenwich, 17 Mei 1886; 12°. H. White, Bibliothecaris der Cambridge philosophical Society te Cambridge, 18 Mei 1886; 13°. W. Thomson, Glasgow, 17 Mei 1886; 14°. C. Piazzi Smyth, Directeur van het royal Observatory te Edinburg, 22 April 1886; 15°. W. E. Hoyle, Bibliothecaris der royal physical Society te Edinburg, 17 Mei 1886; 16°. den Bibliothecaris der royal Dublin Society te Dublin, 18 Mei 1886; 17°. Curtius, Secretaris der kön. Akademie der Wissenschaften te Berlijn, 26 Mei 1886; 18°. Luther, Directeur der kön. Universitäts-Sternwarte te Koningsbergen, 24 Mei 1886; 19°. B. Windscheid, Leipzig, 25 Mei 1886; 20°. H. Kreutz, Bibliothecaris der kön. Sternwarte te Kiel, 26 Mei 1886; 21°. Bonola, Secretaris der Société khédiviale de Géographie te Cairo, 20 April 1886; 22°. L. Cruls, Directeur van het Observatoire impérial te Rio Janeiro, 24 April 1886; 23°. O. Doering, Voorzitter der Academia nacional de Ciencias te Cordoba, 30 April 1886; aangenomen voor bericht.

— Voorts Brieven ten geleide van boekgeschenken van de navolgenden:

1°. het Ministerie van Binnenlandsche Zaken te 's Gravenhage, 28 April 1886; 2°. G. H. Ferguson, 's Gravenhage, 30 April 1886; 3°. A. Kluyver, Secretaris der Maatschappij van Nederlandsche Letterkunde te Leiden, 1886; 4°. den Directeur van het Institut royal géologique te Budapest, 6 Mei 1886; 5°. E. Fergola, Secretaris der R. Accademia delle Scienze fisiche e matematiche te Napels, 15 April 1886; 6°. G. Storm, Secretaris der videnskabs-Selskabet te Christiania, 31 Maart 1886; 7°. den Directeur van het Musée public te Moscou, 26 Maart 1886; waarop het gewone besluit valt van schriftelijke dankbetuiging en plaatsing in de Boekerij.

— Tot de ingekomen stukken behooren:

1⁰. Twee missiven van den Minister van Staat en van Binnenlandsche Zaken (28 April en 14 Mei 1886), de kennisgeving behelzend, dat het Z. M. den Koning behaagde, de benoemingen goed te keuren van den Heer C. H. D. BUYS BALLOT tot Voorzitter, den Heer J. D. VAN DER WAALS tot Onder-Voorzitter der Natuurkundige Afdeeling, en van de Heeren C. A. PEKELHARING te Utrecht, P. H. SCHOUTE te Groningen en J. FORSTER te Amsterdam tot gewone; de Heeren R. CLAUSIUS te Bonn en C. GEGENBAUR te Heidelberg tot buitenlandsche, en de Heeren J. P. VAN DER STOK te Batavia en R. FENNEMA te Buitenzorg tot correspondeerende leden der Koninklijke Akademie van Wetenschappen.

2⁰. Brieven van de Heeren PEKELHARING, SCHOUTE, FORSTER en CLAUSIUS, waarin zij, dank zeggend voor de hun ten deel gevallen onderscheiding, verklaren, het lidmaatschap der Akademie aan te nemen.

Naar aanleiding dezer kennisgeving, worden de eerstgenoemde drie heeren de vergaderzaal binnengeleid door de Heeren VAN 'T HOFF en HOEK, en door den Voorzitter verwelkomd.

3⁰. Eene missive van den Heer C. J. KOOL, thans te Pisa, vroeger ingenieur van 's Rijks Waterstaat in Nederland, ter begeleiding eener verhandeling: »Sur la répartition des vitesses parmi les molécules d'un gaz", welke hij in de werken der Akademie wenscht opgenomen te zien. De Voorzitter benoemd tot rapporteurs over dien arbeid de Heeren VAN DER WAALS en LORENTZ. Aan deze Heeren, niet ter Vergadering tegenwoordig, zal van hunne benoeming kennis worden gegeven.

4⁰. Eene missive van den Minister van Staat, Minister van Binnenlandsche Zaken (16 Mei 1886), waarin Z.E., terugkomende op een schrijven der Afdeeling van 7 Februari 1874, N⁰. 10, waarin de wenschelijkheid betoogd werd om eene nieuwe geologische kaart van Nederland, op grooter schaal dan de eerste, uitverkochte, te doen bewerken — verklaart, deze aangelegenheid thans in overweging te willen nemen, en mitsdien de Afdeeling verzoekt Z.E. te die-

nen van advies. De Minister wenscht bepaaldelijk te vernemen, waarin de aan te brengen verbeteringen behooren te bestaan; aan wie de bewerking ware toe te vertrouwen; op welke wijze zij zoude geschieden; op welke schaal de kaart vervaardigd zou moeten worden, met het oog: zoowel op de voorhanden topographische kaarten als op de aansluiting met de kaarten van naburige rijken; welke kosten aan de onderneming verbonden en hoeveel tijd daarmede gemoeid zoude zijn. — Tevens ontving de Minister gaarne een kritisch overzicht van de methode en de uitkomsten der bewerking van de geologische kaarten van Duitschland en België.

De Voorzitter, die de belangrijkheid en den omvang der vragen in het licht stelt, acht het wenschelijk, allereerst eene Commissie te benoemen, aan welke de taak wordt opgedragen: niet om nu reeds een concept-antwoord aan den Minister gereed te maken, maar wél de Afdeeling omtrent het te geven antwoord voor te lichten, wellicht ook den weg te wijzen om tot een juist antwoord op sommige ingewikkelde vragen te geraken. — Dit denkbeeld wordt door den Heer Donders ondersteund en door de Vergadering goedgekeurd. De Voorzitter wenscht de aldus omschreven taak alsnu toevertrouwd te zien aan de Heeren Behrens, Martin en Verloren, en hun verlof te geven, zoo zij zulks mochten verlangen, zich met nog twee andere leden der Afdeeling in verbinding te stellen. De Heer Behrens neemt de opdracht aan. Aan de beide andere Heeren, niet ter vergadering tegenwoordig, zal van hunne benoeming kennis worden gegeven.

5°. Een brief van Heeren Directeuren van de Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen te Haarlem (24 April 1886), ter begeleiding van een exemplaar der »Liste alphabétique de la correspondance de Christiaan Huygens qui sera publiée par la Société hollandaise des Sciences de Harlem". In dien brief wordt gewezen op het voorbericht der brochure, waarin de aard der bemoeiing van heeren Directeuren ten opzichte van de uitgave van Huygens werken, naar hunne meening, meer overeenkomstig hunne bedoeling wordt uitgedrukt dan

het geval is geweest in het Verslag van den Staat en de Werkzaamheden der Akademie, in het vorige jaar aan den Koning aangeboden en opgenomen in het onlangs verschenen *Jaarboek* van 1885. De inhoud van dezen brief zal een onderwerp van beraadslaging uitmaken in de bestuursvergadering der Akademie op 19 Juni e.k. en de Afdeeling in eene buitengewone Vergadering op 26 Juni e.k. bekend worden gemaakt met de beschouwingen bij die gelegenheid gevoerd, en gelegenheid hebben eene beslissing te nemen.

— De Voorzitter deelt mede, dat in de Vereenigde Zitting der Afdeelingen op 24 April j.l. besloten is, aan de Natuurkundige Afdeeling de beslissing te laten ten opzichte van het afvaardigen van eenig lid der Akademie naar het congrès d'hydrologie et de climatologie te Biarritz. De Akademie kan niet verder gaan dan hem, die dit congres zou wenschen bij te wonen, een brief van introductie meê te geven. Op de vraag of nu reeds een der aanwezigen zich bereid verklaart de Akademie op het congres te vertegenwoordigen, wordt geen antwoord vernomen.

— De Secretaris wenscht dat de Voorzitter, evenals vroeger onder dergelijke omstandigheden, eene Commissie benoeme, waaraan het opstellen van een brief aan den Hoogleeraar VAN BENEDEN, bij gelegenheid der viering van zijne 50-jarige ambtsvervulling op 20 Juni e. k., worde opgedragen. Daar tegen het inwilligen van dit verzoek geen bezwaren worden vernomen, noodigt de Voorzitter de Heeren ENGELMANN, HUBRECHT en HOFFMANN uit, zich met de samenstelling van een dusdanig adres te belasten. Deze heeren, allen tegenwoordig, nemen die opdracht aan.

— Aan de orde is het advies der Commissie voor Standaardmeter en -kilogram ten opzichte van het antwoord, te richten tot Z E. den Minister van Koloniën, op Z.E.'s missive van 19 Maart 1886, N⁰. 38. — De Commissie adviseert op gronden, in haar adres breedvoerig toegelicht : »aan den Minister van Koloniën de brieven en bescheiden, ter

kennisse der Afdeeling gebracht, terug te zenden met het bericht, dat, naar het gevoelen der Afdeeling, de nauwgezette wegingen, door den Hoogleeraar J. A. C. OUDEMANS verricht, eene verificatie der voor Indië bestemde gewichtsstukken, van wege de Commissie voor Standaardmeter en -kilogram, overbodig maken."

Deze conclusie wordt goedgekeurd en den Secretaris mitsdien opgedragen, den Minister in bovenbedoelden zin te antwoorden.

— De Heer BEHRENS vestigt de aandacht op het feit, dat er personen bestaan, en hijzelf behoort tot dit aantal, die òf de geur van bloemen, voor anderen zeer goed waarneembaar, niet gewaar worden; òf geuren aan bloemen ontdekken, door anderen reukeloos genoemd; òf bij hunne vergelijking van zulke geuren met die van andere bloemen, zeer aanzienlijk afwijken van de meening, die daaromtrent als de heerschende beschouwd kan worden. Hij licht een en ander met medegebrachte voorwerpen toe. — De juistheid der vergelijking van het beschreven verschijnsel met het daltonisme, wordt door den Heer DONDERS bestreden, hoewel hij de wenschelijkheid toegeeft, dat de oorzaak der besproken afwijkingen nader worde onderzocht.

— De Heer VAN DE SANDE BAKHUYZEN spreekt over de oorzaak der persoonlijke fouten bij het waarnemen van doorgangen van sterren, en meent die gevonden te hebben in de meerdere of mindere helderheid dezer hemellichamen, m. a. w. in den korter tijd, noodig om een sterker, en den langer tijd, noodig om een zwakker stralende ster te onderscheiden. Hij beschrijft verder het werktuig, door hem gebruikt om de juistheid zijner opvatting proefondervindelijk te staven. — De voordracht lokt eene discussie uit tusschen den Spreker en de Heeren DONDERS en BUYS BALLOT, van welke de eerste eenigen twijfel voedt aangaande de identiteit der waarnemingen, bij den doorgang van sterren aan den hemel, en bij het vallen van een scherm vóór een kunstlicht verricht, en het recht dat men dus heeft om de ge-

volgtrekkingen, afgeleid uit laatstgenoemde proeven, van kracht te verklaren ten opzichte der verschijnselen aan den hemel. — Na eene repliek van den Spreker verklaart de Heer DONDERS zich bereid, over de zaak na te denken en zijne bevinding later mede te deelen.

— De Heer SCHOLS biedt voor de boekerij der Akademie aan: Waterbouwkunde 4e deel, 2e gedeelte, 1e Aflevering.

— Daar er verder niets te verhandelen is, wordt de vergadering gesloten.

RAPPORT DER COMMISSIE

VOOR

STANDAARDMETER EN -KILOGRAM.

(Uitgebracht in de Vergadering van 29 Mei 1886).

In zijnen brief van 19 Maart l.l., lett. F, N°. 38, deelt de Minister van Koloniën aan de Koninklijke Akademie van Wetenschappen, afdeeling Natuurkunde, mede, dat in het begin van het jaar 1884 de Indische Regeering eenige standaardgewichten voor den dienst van het ijkwezen aldaar, ter herstelling en verificatie, naar Nederland heeft gezonden en tevens het verzoek heeft gedaan om een nauwkeurig geverifieerd stel gouden of platina milligramgewichten te mogen ontvangen ter vervanging van het in 1867 uitgezonden en door de Commissie voor Standaardmeter en -Kilogram geverifieerde stel, dat, van aluminium vervaardigd, gebleken is niet tegen de nadeelige invloeden van het Indisch klimaat bestand te zijn.

De Minister bericht dat, tot een en ander, ons medelid Dr. J. A. C. Oudemans, op het verzoek van Zijne Excellentie, zijne gewaardeerde tusschenkomst heeft verleend en de voor Indië verlangde voorwerpen in gereedheid heeft gebracht. In verband met een vroeger door den toenmaligen Minister van Koloniën te kennen gegeven voornemen, om de verificatie der gewichtstukken op te dragen aan de Commissie voor Standaardmeter en -Kilogram, opperde Dr. Oudemans de vraag of eene verificatie, na de door hem verrichte wegingen, nog wel noodig was, en stelde hij aan den Minis-

ter voor, hierover het gevoelen van de Akademische Commissie zelve in te winnen. Overeenkomstig dit voorstel worden door den Minister aan de afdeeling Natuurkunde de over deze zaak gewisselde regeeringsstukken, benevens het uitvoerige verslag van Dr. OUDEMANS over zijne wegingen overgelegd.

Uwe Commissie heeft met belangstelling kennis genomen van de omvangrijke en nauwkeurige wegingen, welke ons medelid heeft verricht om op de meest volledige wijze zich te kwijten van de taak, welke de Minister van Koloniën hem had opgedragen. Het is haar uit het verslag van Dr. OUDEMANS gebleken, dat deze het Indische standaardkilogram N°. 4 heeft vergeleken bij de standaardkilogrammen N°. 5 en N°. 7, behoorende: het eerstgenoemde aan het physisch kabinet der Universiteit te Utrecht, het tweede aan het physisch kabinet der Universiteit te Amsterdam, alsmede met het kilogram P″, berustende in de afdeeling Meten en Wegen der polytechnische School te Delft. De standaarden N°. 5 en N°. 7 zijn in 1857, met N°. 4 en nog vier andere, onder toezicht van Prof. STAMKART vervaardigd en door wijlen dit ons medelid en twee andere leden der Commissie, LOBATTO en OUDEMANS, met den platinastandaard vergeleken, welke vergelijking in 1881 werd herhaald. Hetzelfde was het geval met het kilogram P''.

Ofschoon de herleiding van het gewicht van den standaard N°. 4 tot dat van het platinakilogram, naar gelang zij geschiedt door tusschenkomst der vergelijkingen met N°. 5 en N°. 7, of door tusschenkomst der vergelijkingen met P'', tot uitkomsten leidt, welker verschil grooter is dan de waarschijnlijke grens der nauwkeurigheid, welke de wegingen van Prof. OUDEMANS toelaten, is dit verschil noch voor het ijkwezen, noch zelfs voor de hoogste eischen van wetenschappelijke toepassing van eenig belang te achten. Het bedraagt 1,7 milligram en met zeer hoogen graad van waarschijnlijkheid moet het toegeschreven worden aan eene voortdurende langzame gewichtsvermindering, welke het kilogram P'' ondergaat.

De zoo zorgvuldige wegingen, door ons medelid OUDEMANS

verricht, zoowel die ter verificatie van het standaardgewicht N°. 4, als die ter bepaling van het gewicht van de stukken voor het ijkwezen, acht de Commissie meer dan voldoende om de juiste waarde dier stukken met wetenschappelijke nauwkeurigheid vast te stellen. Eene herhaling daarvan schijnt haar doelloos en zij heeft mitsdien de eer aan Uwe Afdeeling te adviseeren: »aan den Minister van Koloniën de brieven en bescheiden, welke Z.E. haar deed toekomen, terug te zenden, met het bericht dat, naar het gevoelen der Afdeeling, de nauwgezette wegingen, door Prof. J. A. C. OUDEMANS verricht, eene verificatie der voor Indië bestemde gewichtsstukken, van wege de Commissie voor Standaardmeter en -kilogram, overbodig maken."

De Commissie van Standaardmeter en -kilogram,

J. BOSSCHA.

J. A. C. OUDEMANS.

A. D. VAN RIEMSDIJK.

H. G. VAN DE SANDE BAKHUYZEN.

OVERZICHT

VAN DE

BOEKEN, KAARTEN, PENNINGEN, ENZ.

OVERZICHT

VAN DE

BOEKEN, KAARTEN, PENNINGEN, ENZ.,

INGEKOMEN BIJ DE

KONINKLIJKE AKADEMIE

VAN

WETENSCHAPPEN

TE AMSTERDAM.

VAN APRIL 1884 TOT EN MET MAART 1885.



AMSTERDAM,
JOHANNES MÜLLER.
1885.

GEDRUKT BIJ DE ROEVER KRÖBER - BAKELS.

American journal of mathematics, edited by J. J. SYLVESTER. Baltimore 1881—1885. Vol. IV. N°. 2. Vol. VII. N°. 2. 4°.

Science. Cambridge 1885. Vol. V. N°. 103—106. 4°.

Journal of the American medical Association. Chicago 1885. Vol. IV. N°. 1—5, 7. 4°.

Report for the year 1883—4, presented by the board of managers of the Observatory to the president and fellows of Yale College. 8°.

C. H. VON KLEIN. Jewish hygiene and diet, the talmud and various other jewish writings, heretofore untranslated. 8°.
(Reprinted from the Journal of the American medical association).

Boletin de la Academia Nacional de ciencias en Cordoba. Buenos-Aires 1884. Tomo VII. Entr. 1—2. 8°.

A U S T R A L I Ë.

Journal and proceedings of the Royal Society of N. S. W. Sydney 1884. Vol. XVII. 8°.

A A N G E K O C H T.

De Navorscher. Amsterdam 1885. Nieuwe Serie. Jaarg. 18. N°. 1. 8°.

Journal des savants. Paris, Janvier 1885. 4°.

Annales des sciences naturelles. 6e Série. Zoologie. Tome XVII. N°. 1—4. 8°.

Annales de chimie et de physique. Paris 1885. 6e Série. Tome IV. Janvier-Février. 8°.

The London, Edinburgh, and Dublin philosophical magazine and journal of science. London 1885. 5th Series. Vol. XIX. N°. 117. 8°.

Annals and magazine of natural history. London 1885. 5th Series. Vol. XV. N°. 86. 8°.

The Zoological Record for 1883. London 1884. 8°.

Göttingische gelehrte Anzeigen. 1885. N°. 2—3. Nachrichten 1884. N°. 13. 1885. N°. 1. 8°.

Bericht der Deutschen botanischen Gesellschaft. Berlin 1885. Band II. Heft 10. 8°.

Annalen der Physik und Chemie. Leipzig 1885. Neue Folge. Band XXIV. Heft 2. 8°.

Dingler's polytechnisches Journal. Stuttgart 1885. Band CCLV. Heft 5—8. 8°.

Bibliothèque universelle et revue Suisse. Lausanne 1885. 3e Période. Tome XXV. N°. 71. 8°.

TEN GESCHENKE ONTVANGEN VAN DEN HEER
C. A. J. A. Oudemans.

M. J. Cop. Dissertatio continens quaedam de Amylo. Dordraci 1841. 8°.

F. Cohn. De cuticula. Wratislaviae 1850. 8°.

L. Soubeiran. Etudes micrographiques sur quelques fécules. Paris 1853. 8°.

A. Wesmael. De la fécondation au point de vue des croisements et des hybridations en horticulture. Gand 1863. 8°.

J. de Seynes. De la germination. Paris 1863. 8°.

E. Morren. Introduction à l'étude de la nutrition des plantes. Bruxelles 1872. 8°.
(Extract des Bulletins de l'Académie royale de Belgique, 1872).

J. M'Nab. Open-air vegetation at the Royal botanic garden. Edinburgh 1877. 8°.
(From the Transactions of the Botanical Society of Edinburgh, 1876—77).

J. Wortmann. Ueber die Beziehungen zur normalen Athmung der Pflanzen. Würzburg 1879. 8°.

M. Barcena. Fenómenos periodicos de la vegetacion. Mexico 1881. 8°.

J. Boehm. Ueber Schwefelwasserstoffbildung aus Schwefel und Wasser. 8°.
(Aus dem LXXXV. Bande der Sitzb. der k. Akademie der Wissensch.).

N. W. P. Rauwenhoff. Het geslachtsleven der planten. 8°.

TEN GESCHENKE OF IN RUIL ONTVANGEN IN DE MAAND MAART 1885.

De Volksvlijt, tijdschrift voor nijverheid, landbouw, handel en scheepvaart. Amsterdam 1884. N°. 11—12. 8°.

Catalogus der Brederoo-tentoonstelling in de Universiteits-Bibliotheek te Amsterdam, Maart 1885. Amsterdam 1885. 8°.

C. A. J. A. OUDEMANS. Aanwisten voor de flora mycologica van Nederland. IX en X. 8°.

Tijdschrift uitgegeven door de Nederlandsche Maatschappij ter bevordering van nijverheid Haarlem 1885. 4de Reeks. Deel IX. N°. 3. 8°.

Tijdschrift der Nederlandsche dierkundige Vereeniging. Leiden 1882—1885. Deel V. Afl. 2—4. 4°.

Tijdschrift van het Koninklijk Instituut van ingenieurs. 1884—1885. 's Gravenhage 1885. 3de Afl. 1ste Ged. 4de Afl. 2de Ged. 4°.

J. J. ROELANTS. Over den waterspiegel der Zuiderzee. 's Gravenhage 1885. 4°.
(Overgedrukt uit het Tijdschrift van het Kon. Instituut van Ingenieurs, 1884—1885).

Bijdragen tot de taal-, land- en volkenkunde van Neder landsch-Indië, uitgegeven door het Koninklijk Instituut voor de taal-, land- en volkenkunde van Nederlandsch-Indië. 's Gravenhage 1885. 4de Reeks. Deel X. St. 2. 8°.

Jaarboek van de Koninklijke Nederlandsche Zeemacht 1883—1884. 's Gravenhage 1885. 8°.

Verslag over den landbouw in Nederland, 1883. Opgemaakt op last van den Minister van waterstaat, handel en nijverheid. 's Gravenhage 1885. 8°.

Grondwetsherziening en Nationaal onderwijs. Redevoeringen in de Tweede Kamer der Staten-Generaal door Mr. W. WINTGENS (1884—1885). 8°.

Werken van het Historisch Genootschap. Utrecht 1884. Nieuwe Serie. N°. 38—39. 8°.

Inhoud:

38. Brieven aan R. M. VAN GOENS en onuitgegeven stukken hem betreffende. 1e Deel.
39. Dagverhaal van JAN VAN RIEBEEK, Commandeur aan de Kaap de Goede Hoop. 1e Deel.

Bijdragen en mededeelingen van het Historisch Genootschap. Utrecht 1885. Deel VIII. 8°.

Het vijf en twintigjarig bestaan van het Nederlandsch gasthuis voor ooglijders. Verslag ter vergadering van stichters en afgevaardigden, gehouden den 27sten October 1884, uitgebracht door F. C. DONDERS. Utrecht 1885. 8°.

Inventaris van het Archief der provincie Utrecht van den vroegsten tijd tot en met het jaar 1813. Boekdeelen en bundels. Supplement door Mr. S MULLER Fz. Utrecht 1885. 8°.

Zeeuwsch Genootschap der wetenschappen. Naamlijst van directeuren en leden. Verslag van het verhandelde in de algemeene vergadering 1880—1884. Middelburg 1884. 8°.

Mededeelingen en berichten der Geldersche Maatschappij van landbouw over 1885. I. Zutphen 1885. 8°.

Publications de la Société historique et archéologique dans le duché de Limbourg. Ruremonde 1884. Tome XXI. 8°.

Statistiek van het Koninkrijk der Nederlanden. Nieuwe Serie. Staten van de in-, uit- en doorgevoerde voornaamste handelsartikelen gedurende de maand Februari 1885. 's Gravenhage 1885. fol.

Verzamelingstabel der waterhoogten langs de kusten van de Noordzee, Zuiderzee en de Nederlandsche rivieren, waargenomen in de maand November 1884. fol.

Verzamelingstabel der waterhoogten volgens de bladen der zelfregistreerende peilschalen, waargenomen in de maand November 1884. fol.

NEDERLANDSCH OOST-INDIË.

Verslag omtrent den staat van 's Lands plantentuin te Buitenzorg en de daarbij behoorende inrichtingen over het jaar 1883. Batavia 1885. 8°.

BELGIË.

Annales de la Société géologique de Belgique. Liége 1874—1884. Tome I—IX. XI. 8°. Avec planches en plano.

Catalogue des ouvrages de géologie, de minéralogie et de paléontologie ainsi que des cartes géologiques qui se trouvent dans les principales bibliothèques de Belgique par G. Dewalque. Liége 1884. 8°.

P. Willems. Le Sénat de la république Romaine. Louvain 1885. Appendices du Tome I et Régistres. 8°.

Guide-programme du premier Congrès international de navigation intérieure qui se tiendra à Bruxelles, du 24 Mai au 2 Juin 1885. Bruxelles 1885. 8°.

FRANKRIJK.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences. Paris 1885. Tome C. N°. 12—15. 4°.

Bulletin de l'Académie de médecine. Paris 1885. 2e Série. Tome XIV. N°. 12—15. 8°.

Collection de documents inédits sur l'histoire de France.
a. Lettres de Cathérine de Médicis, publieés par H. de la Ferriére. Paris 1885. Tome II. 4°.
b. Recueil des chartes de l'Abbaye de Cluny formé par Auguste Bernard, publié par A. Bruel. Paris 1884. Tome III. 4°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de la Société de biologie. Paris 1885. 8e Série. Tome I. N°. 40—44. Tome II. 1, 3—4, 6—11. 8°.

Bulletin de la Société philomatique. Paris 1885. 7e Série. Tome IX. N°. 1. 8°.

Bulletin de la Société zoologique de France. Paris 1885. 9e Année. N°. 6. 8°.

Journal d'hygiène. Paris 1885. 11e Année. Vol. X. N°. 445—447. 4°.

Archives de médecine et de pharmacie militaires. Paris 1884. Tome IV. 8°.

Revue de l'histoire des religions. Paris 1884. Tome X. N°. 2—3. 8°.

Académie des sciences et lettres de Montpellier. Mémoires de la section de médecine. Montpellier 1884. Tome V. Fasc. 3. 4°.

Inhoud:

A. Mairet. Recherches sur l'élimination de l'acide phosphorique chez l'homme sain, l'aliéné, l'épileptique et l'hystérique.

Bibliographie Bourguignonne ou Catalogue méthodique d'ouvrages relatifs à la Bourgogne par Ph. Milsand. Dyon 1885. roy. 8°.
(Publication de l'Académie des sciences, arts et belles-lettres de Dyon).

Bulletin de la Société Académique Franco-Hispano-Portugaise. Toulouse 1884. Tome V. N°. 3. 8°.

Annuaire de la Société Académique Franco-Hispano-Portugaise. Toulouse 1884. Année 1884—1885. 8°.

Mémoires de la Société des antiquaires de la Morinie. St. Omer 1885. Tome XIX. 8°.

Bulletin historique de la Société des antiquaires de la Morinie. St. Omer 1884. Nouvelle Série. Livr. 132. 8°.

Bulletin de la Société agricole, scientifique et littéraire des Pyrénées-orientales. Perpignan 1884. Vol. XXVI. 8°.

Mémoires de l'Académie nationale des sciences, arts et belles-lettres de Caen. 1884. 8°.

A. Gasté. De scoliis sive de convivalibus carminibus apud Graecos. Caen 1873. 8°.

A. Gasté. Notes critiques sur un manuscrit de Juvénal ayant appartenu au Cardinal de Richelieu. 8°. (Extrait des Annales de la Faculté des lettres de Bordeaux, 1880).

——— Quelques documents inédits relatifs a l'administration provinciale sous Louis XIV. — Lettres écrites par Louis XIV et ses ministres à Daniel Huet, avec plusieurs lettres inédites du Dauphin, du grand Condé et du duc du Maine. Caen 1881. 8°.

——— Les collections de Verrès. Caen 1883. 8°.

GROOT BRITTANNIË EN IERLAND.

Monthly notices of the Royal Astronomical Society. London 1885. Vol. XLV. N°. 5. 8°.

Proceedings of the Royal Geographical Society. London 1885. New Series. Vol. VII. N°. 4. 8°.

Journal of the Royal Microscopical Society. London 1885. 2d Series. Vol. V. Part 2. 8°.

Proceedings of the scientific meetings of the Zoological Society. London 1884. Part 4. 8°.

OOSTENRIJK. — HONGARIJE.

Mittheilungen der Anthropologischen Gesellschaft in Wien. 1884. Band XIV. Heft 4. 4°.

L. von Borch. Beiträge zur Rechts-Geschichte des Mittelalters mit besonderer Rücksicht auf die Ritter und Dienstmannen fürstlicher und gräflicher Herkunft. Innsbrück 1881. 4°.

Mittheilungen aus dem Jahrbuche der Kön. Ungarischen geologischen Anstalt. Budapest 1885. Band VII. Heft 4. 8°.

Földtani Közlöny (Geologische Mittheilungen). Zeitschrift der Ungarischen geologischen Gesellschaft. Budapest 1885. Kötet XV. Füzet 1—2. 8°.

DUITSCHLAND.

Sitzungsberichte der Kön. preussischen Akademie der Wissenschaften. Berlin 1884. N°. 40—54. 8°.

Commentaria in Aristotelem Graeca, edita consilio et auctoritate Academiae litterarum regiae Borussicae. Berolini 1885. Vol. XVIII. Pars 3. 8°.

Inhoud:

M. Hayduck. Stephani in librum Aristotelis de interpretatione commentarium.

Supplementum Aristotelicum editum consilio et auctoritate Academiae litterarum regiae Borussicae. Berolini 1885. Vol. I. Pars I. 8°.

Inhoud:

Sp. P. Lambros. Excerptorum Constantini de natura animalium libri duo. Aristophanis historiae animalium epitome subiunctis Aeliani Timothei aliorumque eclogis.

Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medicin. Berlin 1884—1885. Band XCVIII. Heft 3. Band XCIX. Heft 1-3. 8°.

Abhandlungen der Kön. Gesellschaft der Wissenschaften. Göttingen 1884. Band XXXI. 4°.

Inhoud:

J. Henle. Das Wachsthum des menschlichen Nagels und des Pferdehufs.
P. de Lagarde. Persische Studien.
F. Wüstenfeld. Die gelehrten-Familie Muhibbí in Damascus und ihre Zeitgenossen im XI (XVII) Jahrhundert.
F. Wieseler. Ueber einige beachtenswerthe geschnittene Steine des vierten Jahrhunderts v. Chr. Abth. II. Zwei Cameën und zwei Intaglien mit der Darstellung Römischer Herrscher. I. Die Cameën.

Nachrichten von der Kön. Gesellschaft der Wissenschaften. Göttingen 1884. roy. 8°.

Zoologischer Anzeiger. Leipzig 1885. Jahrg. 8. N°. 191—192. 8°.

R. Hoppe. Grunert's Archiv der Mathematik und Physik. Leipzig 1884—1885. 2te Reihe. Theil I. Heft 4. Theil II. Heft 1. 8°.

Petermann's Mittheilungen aus Justus Perthes' geographischer Anstalt. Gotha 1884—1885. Band XXX. Heft 12. Band XXXI. Heft 1—3. Ergänzungsheft. N°. 76—77. 4°.

Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft, herausgegeben von der Medicinisch-Naturwissenschaftlichen Gesellschaft. Jena 1885. Band XVIII. Heft 2. 8°.

Zeitschrift fur Naturwissenschaften, herausgegeben im Auftrage des Naturwissenschaftlichen Vereins für Sachsen und Thüringen. Halle a/S. 1884. 4te Folge. Band III. Heft 5—6. 8°.

Verhandlungen des Naturhistorischen Vereines der preussischen Rheinlande und Westfalens. Bonn 1884. Jahrg. 41. 2te Hälfte. 8°.

Abhandlungen der mathematisch-physikalischen Classe der Kön. bayerischen Akademie der Wissenschaften. München 1884. Band XV. Abth. 1. 4°.

Inhoud:

C. M. von Bauernfeind. Ergebnisse aus Beobachtungen der terrestrischen Refraktion.
L. von Ammon. Ueber neue Exemplare von jurassischen Medusen.
W. von Bezold. Ueber zündende Blitze im Königreich Bayern während des Zeitraumes 1833 bis 1882.

Abhandlungen der philosophisch-philologischen Classe der Kön. bayerischen Akademie der Wissenschaften. München 1884. Band XVII. Abth. 1. 4°.

Inhoud:

W. Meijer. Ueber die Beobachtung des Wortaccentes in der altlateinischen Poesie.
W. Christ. Homer und Homeriden.
F. Ohlenschlager. Die römischen Grenzlager zu Passau, Künzing, Wischelburg und Straubing.

L. Radlkofer. Ueber die Methoden in der botanischen Systematik. München 1883. (Festrede). 4°.

F. von Bezold. Rudolf Agricola, ein deutscher Vertreter der italienischen Renaissance. München 1884. (Festrede). 4°.

Sitzungsberichte der mathematisch-physikalischen Classe der Kön. bayerischen Akademie der Wissenschaften. München 1885. Heft 4. 8°.

Sitzungsberichte der philosophisch-philologisch und historischen Classe der Kön. bayerischen Akademie der Wissenschaften. München 1884. Heft 4. 8°.

Astronomisch-geodätische Bestimmungen, ausgeführt an einigen Hauptpunkten des Bayerischen Dreiecksnetzes. München 1871. 8°.

(X. Supplementband zu den Annalen der Münchener Sternwarte).

Nachträge zu den Zonenbeobachtungen der Sternwarte bei München. München 1884. 8°.
(XIV. Supplementband zu den Annalen der Münchener Sternwarte).

Anzeiger des Germanischen Nationalmuseums. 1884. Band I. Heft 1. 8°.

Mittheilungen aus dem Germanischen Museum. 1884. Band I. Heft 1. 8°.

Katalog der im Germanischen Museum befindlichen Glasgemälde aus älterer Zeit. Nürnberg 1884. 8°.

Flora oder allgemeine botanische Zeitung, herausgegeben von der Kön. bayerischen botanischen Gesellschaft. Regensburg 1884. Neue Reihe. Jahrg. 42. 8°.

ITALIË.

Atti della R. Accademia dei Lincei. Memorie della classe di scienze fisiche, matematiche e naturali. Roma 1883—1884. 3ª Serie. Vol. XIV—XVII. 4°.

Inhoud, Vol. XIV:

Brzzo. Sul prodotto di piu soluzioni particolari d'un' equazione differenziale lineare omogenea, e specialmente sul prodotto di due soluzioni particolari dell'equazione differenziale lineare omogenea del terz'ordine.

—— Di alcune proprieta dell'equazione differenziale lineare omogenea del second'ordine, e di alcune equazioni algebriche.

—— Sopra una classe d'equazioni del sesto grado risolubili per serie ipergeometriche.

—— Di alcune proprietà dell'equazione differenziale lineare, non omogenea, del second' ordine.

Cantoni. Sperienze su la polarizzazione elettrica delle lamine coibenti.

Capici. La formazione miocenica nel territorio di Licodia-Eubea (Provincia di Catania).

Maisano. Sulla forma binaria di quinto ordine.

Briosi. Intorno alle probabili ragioni dell' eterofilia nell' Eucalyptus globulus e in piante analoghe.

Trattini. I gruppi transitivi di sostituzioni dell' istesso ordine e grado.

Mattirolo. Su tre roccie di San Piero in Campo (Isola d'Elba).

Zecchini. Sull'azione reciproca del gesso e sue soluzioni sopra minerali ed alcuni sali.

Emery. Contribuzioni all'ittiologia.

Perroncito. Sulla trasmissione del carbonchio dalle madri ai feti.

Andres. Le attinie.

Bombicci. Sull'aerolito caduto presso Alfianello e Verolanuova (provincia di Brescia); sulla causa delle detonazioni che accompagnano la caduta dei bolidi, e sulla costante presenza del ferro nelle meteoriti

Tizzoni. Studio sperimentale sulla rigenerazione parziale e sulla neoformazione del fegato.

Vol. XV:

Gremigni. La teoria delle sviluppoidi e le superficie che hanno un sistema di linee di curvatura circolari.

Maisano. Sopra due classi di forme binarie.

Pisati e Pucci. Sulla lunghezza del pendolo a secondi.

Capelli. Estensione della formola pel numero dei covarianti al caso delle trasformazioni lineari indipendenti.

Della Valle. Sui copepodi che vivono nelle ascidie composte del golfo di Napoli.

Ciamician e Dennstedt. Studi sui composti della serie del pirrolo. Azione dell' idrogeno nascente sul pirrolo.

Lucchetti. Note cristallografiche.

Ciamician e Silber. Studi sui composti della serie del pirrolo. I derivati della pirocolla.

Sergi. Crani italici del Piceno; contribuzione all' antropologia italiana.

Celli e Guarnieri. Sopra talune forme cristalline che potrebbero simulare il bacillo del tubercolo.

Cannizzaro. Sui prodotti di decomposizione dell' acido santonoso.

SPEZIA. Osservazioni sulla melanoflogite.

GRASSI Lo sviluppo della colonna vertebrale ne pesci ossei.

VALIANTE. Le cystoseirae del golfo di Napoli.

EMERY. Ricerche embriologiche sul rene dei mammiferi.

CAMPANA. Osservazioni sulla medicazione locale della lepra (Elefantiasi dei Greci).

TIZZONA. Nuove ricerche sulla riproduzione totale delle milza. Contribuzione sperimentale allo studio della funzione ematopoetica del tessuto connettivo.

SEMMOLA. Intorno a' suoni eccitati in una lamina o in una corda attraversate dalle frequenti scariche laceranti di una macchina elettrica.

BETOCCHI. Effemeridi e statistica del fiume Tevere prima e dopo la confluenza dell' Aniene e dello stesso fiume Aniene durante l'anuo 1882.

DE STEFANI. Osservazioni stratigrafiche sui dintorni di serravezza.

CANTONI. Relazione fra la polarizzazione elettrica dei coibenti e la polarizzazione dei magneti.

GRIFFINI e TIZZONI. Studio sperimentale sulla riproduzione parziale della milza.

VERRI e PARONA. Studi geologici sulle conche di Terni e di Rieti. II. Contributo allo studio della fauna liassica dell' Apennino centrale.

Vol. XVI—XVII.

E. DEMBROWSKI. Misure micrometriche di stelle doppie e multiple fatte negli anni 1852—1878.

Atti della R. Accademia dei Lincei. Memorie della classe di scienze morali, storiche e filologiche. Roma 1883. 3a Serie. Vol. VIII. X—XI. 4^{0}.

Inhoud, Vol. VIII:

E. SCHIAPARELLI. Il libro dei funerali degli antichi Egiziani.

TROTHINGHAM JR. L'omelia di Giacomo di Sarug sul battesimo di Costantino imperatore.

NARDUCCI. Intorno all' autenticita di un codice vaticano contenente il trattato di Boezio „De consolatione Philosophiae" scritto di Giovanni Boccaccio.

PIGORINI. Terramara dell'età del bronzo situata in Castione dei Marchesi (Territorio Parmigiano).

CUGNONI. Aeneae Silvii Piccolomini Senensis qui postea fuit Pius II. Pont. Max. opera inedita descripsit ex codicibus Chisianis vulgavit notisque illustravit.

Vol. X.

FIORELLI. Notizie degli scavi di antichità. Genn.-Dic. 1882.
BERTI. Antecedenti al processo Galileiano e alla condanna della dottrina Copernicana.
LUMBROSO. La forchetta da tavola in Europa.
SCHUPFER. Nuovi studi sulla legge Romana Udinese.
MAMIANI. Ermanno Lotze. Notizie biografiche.
BELOCH. Le fonti di Strabone nella descrizione della Campania.
PEROZZO. Nuove applicazioni del calcolo delle probabilità allo studio dei fenomeni statistici, e distribuzione dei matrimoni secondo l'età degli sposi.
CARUTTI. La croce bianca di Savoia.

Vol. XI.

LANCIANI. L'aula e gli uffici del senato romano.
FIORELLI. Notizie degli scavi di antichità. Genn.-Ott. 1883.
LUMBROSO. Gli appunti degli scolari di studio nel medio evo e nel rinascimento.
GOZZADINI. Di due statuette etrusche e di una iscrizione etrusca dissotterrate nell' Apennino bolognese.
AMARI. 'Al' Umari, Condizioni degli stati cristiani dell' occidente secondo una relazione di Domenichino Doria da Genova.
COMPARETTI. Sopra una iscrizione cretese scoperta lo scorso anno a Venezia.
LOVISATO. Di alcune armi e utensili dei Fueghini e degli antichi Patagoni.
GREGOROVIUS. Una pianta di Roma delineata da Leonardo da Besozzo milanese.
LUMBROSO. Sul dipinto Pompeiano in cui si è ravvisato il giudizio di Salomone.
COLINI. Osservazioni etnografica sui Givari.
LUMBROSO. Una relazione etnografiche negli scrittori antichi.
AMARI. Trattato stipolato da Giacomo II di Aragona col Sultano d'Egitto il 29 Gennaio 1293.

Atti della Reale Accademia dei Lincei. Roma 1885. Rendiconti. Serie 4. Vol. I. Fasc. 7—8. 4°.

Archivio per l'antropologia e la etnologia. Firenze 1884. Vol. XIV. Fasc. 3. 8°.

Atti della R. Accademia delle scienze. Torino 1885. Vol. XX. Disp. 3. 8°.

Atti della Societa Toscana di scienze naturali. Pisa 1885. Memorie. Vol. IV. Fasc. 3. 8°.

Atti della Societa Toscana di scienze naturali. Processi Verbali. Vol. IV. Adunanza del 1 Febbraio 1885. 8°.

A. di Prampero. Saggio di tavole dei logaritmi quadratici. Udine 1885. 8°.

ZWEDEN EN NOORWEGEN.

Nova Acta Regiae Societatis scientiarum Upsaliensis. Upsaliae 1884. Serie 3. Vol. XII. Fasc. 1. 4°.

Inhoud:

C. G. Fineman. Sur la trombe du 7 Juin 1882 dans la vallée de Säby.
G. Dillner. Sur l'intégration des équations différentielles du pendule conique.
M. Falk. Démonstration du théorème de Cauchy sur l'intégrale d'une fonction complexe.
A. Söderblom. Ueber die Drehung eines Rotationskörpers um einen festen Punkt.
A. N. Lundström. Pflanzenbiologische Studien. I. Die Anpassungen der Pflanzen an Regen und Thau.
H. H. Hildebrandsson. Sur la distribution des éléments météorogiques autour des minima et des maxima barométriques.
A. Berger. Sur une sommation de quelques séries.
J. E. Areschoug. Observationes Phycologicae, P. IV. de Laminariaceis nonnullis.

Entomologisk Tidskrift på föranstaltande af Entomologiska Föreningen. Stockholm 1884. Arg. 5. Häft 3—4. 8°.

Den Norske Nordhavs-Expedition 1876—1878. Zoologi. Christiani 1884—1885. N°. XII—XIII. 4°.

PORTUGAL.

Boletim de Sociedade de geographia de Lisboa. 4ª Serie. N°. 10—11. 8°.

Resposta a Sociedade anti-esclavista de Londres por J. A. Corte Real. Lisboa 1884. 8°.

RUSLAND.

Verslagen van het Keiz. aardrijkskundig Genootschap. St. Petersburg 1884—1885. Deel XX. N°. 6. Deel XXI. N°. 1. 8°.
(In het Russisch).

Jaarverslag van het Keiz. aardrijkskundig Genootschap over 1884. St. Petersburg 1885. 8°.
(In het Russisch).

AZIË.

Journal of the Asiatic Society of Bengal. Calcutta 1884. New Series. Vol. LIII. Part 1. Special Number. 8°.

Proceedings of the Asiatic Society of Bengal. Calcutta 1884. N°. 11. 8°.

Register of original observations in 1884, reduced and corrected at six places in India. September-October. 1884. fol.

AMERIKA.

Proceedings of the Academy of natural sciences. Philadelphia 1885. Year 1884. Part 3. 8°.

Journal of the American medical Association. Chicago 1885. Vol. IV. N°. 11, 13—14. 4°.

Science. Cambridge 1885. Vol. V. N°. 111—113. 4°.

American journal of mathematics, edited by S. Newcomb. Baltimore 1885. Vol. VII. N°. 3. 4°.

American chemical journal edited by Ira Remsen. Baltimore 1885. Vol. VI. N°. 6. 8°.

Ch. E. Putnam. Elephant pipes in the Museum of the Academy of natural sciences. Davenport, Jowa. 1885. 8°.

Bulletin of the California Academy of sciences. San Francisco. 1885. N°. 2—3. 8°.

Proceedings of the Canadian Institute. Toronto 1885. 3de Series. Vol. III. Fasc. 1. 8°.

Boletin de la Academia National de ciencias en Cordoba. Buenos-Aires 1885. Tomo VIII. Entr. 1. 8°.

AANGEKOCHT.

Oud-Holland. Nieuwe bijdragen voor de geschiedenis der Nederlandsche kunst, letterkunde, nijverheid enz. Amsterdam 1884. 2de Jaarg Afl. 4. 4°.

Brederoo-Album. Feestnommer van Oud-Holland. Amsterdam 1885. 4°.

De Navorscher. Amsterdam 1885. Nieuwe Serie. 18e Jaarg. Afl. 3. 8°.

Journal des savants. Paris, Mars 1885. 4°.

Bulletin des sciences mathématiques. Paris 1885. 2e Série. Tome IX. Avril. 8°.

Annales des sciences naturelles. 6e Série. Zoologie. Paris 1885. Tome XVII. N°. 5—6. 8°.

Annales de chimie et de physique. Paris 1885. 6e Série. Tome IV. Avril. 8°.

The London, Edinburgh, and Dublin philosophical magazine and journal of science. London 1885. 5th Series. Vol. XIX. N°. 119. 8°.

Annals and magazine of natural history. London 1885. 5th Series. Vol. XIV. N°. 88. 8°.

Dictionary of national biography, edited by Leslie Stephen. London 1885. Vol. II. (Annesley-Baird) 8°.

R. Hoernes und M. Auinger. Die Gasteropoden der Meeres-Ablagerungen der ersten und zweiten miocänen Mediterran-Stufe in der Oesterreichisch-Ungarischen Monarchie. Wien 1885. Lief. 5. gr. 4°.

Göttingische gelehrte Anzeigen. 1885. N°. 6. Nachrichten. N°. 2—3. 8°.

Corpus inscriptionum latinarum. Berolini 1885. Vol. VI. Pars. 5. fol.

Exempla scripturae epigraphicae Latinae edidit Aem. Huebner, Corporis inscriptionum latinarum auctarium. Berolini 1885. fol.

Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft. Berlin 1885. Jahrg. 3. Heft 2. 8°.

Beiblätter zu den Annalen der Physik und Chemie. Leipzig 1885. Band IX. St. 3. 8°.

Journal für Ornithologie, herausgegeben von J. Cabanis. Leipzig 1885. Jahrg. 33. Heft 1. 8°.

Dingler's polytechnisches Journal. Stuttgart 1885. Band CCLV. Heft 12—13. Band CCLVI. Heft 1. 8°.

Bibliothèque universelle et revue Suisse. Lausanne 1885. 3e Période. Tome XXV. N°. 75. 8°.

Archives des sciences physiques et naturelles. Genève 1885. 3e Période. Tome XIII. N°. 3. 8°.



OVERZICHT

VAN DE

BOEKWERKEN

DOOR DE

KONINKLIJKE AKADEMIE VAN WETENSCHAPPEN

ONTVANGEN EN AANGEKOCHT.

1885—1886.

TEN GESCHENKE OF IN RUIL ONTVANGEN IN DE MAAND APRIL 1885.

NEDERLAND.

J. Six. De Gorgone. Amstelodami 1885. 4°.

Bijdragen van het Statistisch Instituut. 1885. N°. 1. 8°.

Archives Néerlandaises des sciences exactes et naturelles, publiées par la Société Hollandaise des sciences à Harlem. 1884. Tome XIX. Livr. 4—5. 8°.

Tijdschrift uitgegeven door de Nederlandsche Maatschappij ter bevordering van nijverheid. Haarlem 1885. 4e Reeks. Deel IX. Afl. 2. 8°.

9de Jaarverslag omtrent het Zoölogisch Station der Nederlandsche dierkundige Vereeniging, uitgebracht door

de Commissie in de gewone huishoudelijke vergadering gehouden te Utrecht, 22 November 1884. Leiden 1885. 8⁰.

R. SISSINGH. Metingen over de elliptische polarisatie van het licht. Leiden 1885. Proefschrift. 8⁰.

Annales de l'Ecole polytechnique de Delft. Leide 1885. 2e Livr. 4⁰.

Bijdragen voor vaderlandsche geschiedenis en oudheidkunde. 's Gravenhage 1885. 3de Reeks. Deel II. St. 4. 8⁰.

Beschouwingen over eenige rivieren, waaronder Nederlandsche, in verband met de handels- en scheepvaartbelangen, en met enkele vraagstukken die in de laatste jaren zijn voorgekomen, door J. G. W. FIJNJE. 's Gravenhage 1885. 2de Gedeelte. 4⁰.
(Uitgegeven door het Departement van Waterstaat, Handel en Nijverheid).

M. F. A. G. CAMPBELL. Annales de la typographie Néerlandaise au XVe siècle. la Haye 1878—1884. Supplément 1—2. 8⁰.

Tijdschrift voor kadaster en landmeetkunde, onder redactie van J. BOER HZN. Utrecht 1885. N⁰. 1. 8⁰.

P. P. C. HOEK. Beiträge zur Kenntniss der Anatomie der Cirripedien. 8⁰.
(Overgedrukt uit het Tijdschrift der Nederl. dierkundige Vereeniging. Deel VI).

Statistiek van het Koninkrijk der Nederlanden. Nieuwe Serie. Staten van de in-, uit- en doorgevoerde voornaamste handelsartikelen gedurende de maand Januari 1885. 's Gravenhage 1885. fol.

Verzamelingstabellen der waterhoogten langs de kusten van de Noordzee, Zuiderzee en de Nederlandsche rivieren, waargenomen in de maand October 1884. fol.

Verzamelingstabel der waterhoogten volgens de bladen der zelfregistreerende peilschalen, waargenomen in de maand October 1884. fol.

BELGIË.

Bulletin de l'Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique. Bruxelles 1885. 3e Série. Tome IX. N°. 2. 8°.

Bulletin de l'Académie royale de médecine de Belgique. Bruxelles 1885. 3e Série. Tome XIX. N°. 2. 8°.

Bulletin du Musée royal d'histoire naturelle de Belgique. Bruxelles 1884. Tome III. N°. 2. 8°.

FRANKRIJK.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences. Paris 1885. Tome C. N°. 8—11. 4°.

Bulletin de l'Académie de médecine. Paris 1885. 2e Série. Tome XIV. N°. 8—11. 8°.

Bulletin de la Société mathématique de France. Paris 1884—1885. Tome XII. N°. 6. Tome XIII. N°. N°. 1—2. 8°.

Journal d'hygiène. Paris 1885. 11e Année. Vol. X. N°. 441—444. 4°.

Berthelot. Les origines de l'alchimie. Paris 1885. 8°.

A. LEGRELLE. Louis XIV et Strasbourg. Essai sur la politique de la France en Alsace d'après des documents officiels et inédits. Paris 1884. 4e Edition. 8⁰.

A. LEFEBVRE. Action de l'huile pour calmer les vagues de la mer et dérider la surface des eaux. 8⁰.

GROOT BRITTANNIË EN IERLAND.

Monthly notices of the Royal astronomical Society. London 1884. Vol. XLV. N⁰. 4. 8⁰.

Proceedings of the Royal geographical Society. London 1885. New Series. Vol. VII. N⁰. 3. 8⁰.

Medico-chirurgical Transactions, published by the Royal medical and chirurgical Society. London 1884. Vol. LXVII. 8⁰.

Report on the scientific results of the voyage of H. M. S. Challenger during the years 1873—76. London 1884. Zoology. Vol. XI. 4⁰.

Rousdon Observatory, Devon. Meteorological Observations for the year 1884, made under the superintendence of CUTHBERT E. PEEK. London 1885. 4⁰.

Proceedings of the Philosophical Society. Glasgow 1884. Vol. XV. 8⁰.

Records of the tercentenary festival of the University of Edinburgh celebrated in April 1884. Edinburgh 1885. 4⁰.

Address to the students of the University of Edinburgh by Sir ALEXANDER GRANT delivered on 28th October 1884. Edinburgh 1884. 4⁰.

Proceedings of the Royal physical Society. Edinburgh 1884. Vol. VIII. Part 1. 8°.

OOSTENRIJK. — HONGARIJE.

Denkschriften der Kais. Akademie der Wissenschaften. Wien 1883. Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe. Band XLVII. 4°.

Inhoud:

Denkschriften der Kais. Akademie der Wissenschaften. Wien 1884. Philosophisch-historische Classe. Band XXXIV. 4°.

Inhoud:

GITLBAUER. Die Ueberreste griechischer Tachygraphie im Codex Vaticanus Graecus 1809. 2ter Fascikel.

Sitzungsberichte der Kais. Akademie der Wissenschaften. Wien 1883—1884. Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe. 1ster Abth. Band LXXXVIII. Heft 1—5. Band LXXXIX. Heft 1—5. 2te Abth. Band LXXXVIII. Heft 1—5. Band XXXIX. Heft 1—5. 3te Abth. Band LXXXVII. Heft 4 5. Band LXXXVIII. Heft 1—5. Band LXXXIX. Heft 1—2. 8°.

Sitzungsberichte der Kais. Akademie der Wissenschaften. Wien 1883—1884. Philosophisch-historische Classe. Band CIV—CVI. 8°.

Archiv für Oesterreichische Geschichte, herausgegeben von der Kais. Akademie der Wissenschaften. Wien 1883—1884. Band LXV. 8°.

Fontes rerum Austriacarum. Oesterreichische Geschichts-Quellen. Wien 1883. 2te Abth. Diplomataria et acta. Band XLIII. 8°.

Almanach der Kais. Akademie der Wissenschaften. Wien 1884. Jahrg. 34. 8°.

Mittheilungen des Historischen Vereins für Steiermark. Graz 1884. Heft 32. 8°.

Beiträge zur Kunde Steiermärkischer Geschichtsquellen, herausgegeben vom Historischen Vereine für Steiermark. Graz 1884. Jahrg. 20. 8°.

DUITSCHLAND.

Ergebnisse der Beobachtungsstationen an den deutschen Küsten über die physikalischen Eigenschaften der

Ostsee und Nordsee und die Fischerei. Berlin 1885. Jahrg. 1884. Heft 1—3. 4⁰. Obl.

Abhandlungen aus dem Gebiete der Naturwissenschaften, herausgegeben vom Naturwissenschaftlichen Verein. Hamburg 1884. Band VIII. Heft 1—3. 4⁰.

Inhoud:

H. Strebel. Die Ruinen von Cempoallan im Staate Veracruz. Mittheilungen über die Totonaken der Jetztzeit. Ruinen aus der Misantla Gegend.
J. G. Fischer. Herpetologische Bemerkungen.
H. Krüss. Eine neue Form des Bunsen-Photometers.
J. Kiessling. Nebelglüh-Apparat.
G. Pfeffer. Die Cephalopoden des Hamburger Naturhistorischen Museums.
Kirchenpauer. Nordische Gattungen und Arten von Sertulariden.

Zoologischer Anzeiger. Leipzig 1885. Jahrg. 8. N⁰. 189—190. 8⁰.

ZWITSERLAND.

Bulletin de la Société Vaudoise des sciences naturelles. Lausanne 1885. 2e Série. Vol. XX. N⁰. 91. 8⁰.

ITALIË.

Atti della Reale Accademia dei Lincei. Roma 1885. Serie 4. Rendiconti. Vol. I. Fasc. 5—6. 8⁰.

Breve storia della Accademia dei Lincei scritta da D. Carutti. Roma 1883. 8⁰.

Atti della R. Accademia delle scienze. Torino 1884. Vol. XX. Disp. 2. 8⁰.

SPANJE EN PORTUGAL.

Congrès international d'anthropologie et d'archéologie préhistoriques. Compte-rendu de la 8e session à Budapest 1876. Vol. I. et Compte rendu de la 9e Session à Lisbonne 1880. Budapest 1877 et Lisbonne 1884. 8⁰.

Congresso international de Americanistas. Actas de la 4a reunion, Madrid 1881. Madrid 1883—1884. Tomo I—II. 8⁰.

ZWEDEN EN NOORWEGEN.

Kongliga Svenska vetenskaps-Akademiens Handlingar. Stockholm 1881—1882. XVIII—XIX. 4⁰.

Inhoud, Bandet XVIII:

R. Rubenson. Catalogue des auroles boréales observées en Suède depuis le XVIme siècle jusqu'à l'année 1877 y comprise.

O. Heer. Nachträge zur fossilen Flora Grönlands.

Fr. W. Mäklin. Coleoptera insamlade under den Nordenskiöldska expeditionen 1875 på några oar vid Norges nordvestkust, på Novaja Semlja och on Waigatsch samt vid Jenisej i Sibirien.

P. T. Cleve. On some new and little known diatoms.

G. Dillner. Sur les intégrales définies des fonctions d'une variable complex.

A. G. Nathorst. Mémoire sur quelques traces d'animaux sans vertèbres etc. et de leur portée paléontologique.

Bandet XIX:

A. G. Nathorst. Om aftryck af medusor i Sveriges kambriska lager.

E. Edlund. Sur la résistance électrique du vide.

T. Tullberg. Studien über den Bau und das Wachsthum des Hummerpanzers und der Molluskenschalen.

A. Goës. On the reticularian Rhizopoda of the Caribbean Sea.

P. O. Chr. Aurivillius. Recensio critica Lepidopterum Musei Ludovicae Ulricae, quae descripsit Carolus a Linné.

Ofversigt af Kongl. vetenskaps-Akademiens förhandlingar. Stockholm 1881—1884. Arg. 38—40 8°.

Bihang till Kongl. Svenska vetenskaps-Akademiens handlingar. Stockholm 1880—1884. Bandet VI—VIII. 8°.

Lefnadsteckningar öfver Kongl. Svenska vetenskaps-Akademiens ledamöter. Stockholm 1883. Band II. Häfte 2. 8°.

E. FRIES. Icones selectae Hymenomycetum nondum delineatorum. Vol. II. N°. 7—10. 4°.

Observations météorologiques Suédoises, publiées par l'Académie royale des sciences de Suède. Stockholm 1882—1883. 2e Série. Vol. VI—VII. 4°.

Astronomiska iakttagelser och undersökningar anstälda på Stockholms Observatorium. Stockholm 1881—1883. Bandet II. N°. 1, 3. 4°.

RUSLAND.

Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou. 1884. Année 1883. N°. 4. Année 1884. N°. 1. 8°.

Acta Societatis scientiarum Fennicae. Helsingforsiae 1884. Tomus XIII. 4°.

Inhoud:

O. M. REUTER. Hemiptera Gymnocerata Europae. Hémiptères Gymnocérates d'Europe, du bassin de la Méditerranée et de l'Asie russe.

Ofversigt af Finska vetenskaps-Societetens förhandlingar. Helsingfors 1882—1883. Band XXV. 8°.

Korrespondenzblatt des Naturforscher-Vereins. Riga 1884. N°. 27. 8°.

Sitzungs-Berichte der Kurländischen Gesellschaft für Literatur und Kunst aus dem Jahre 1883. Mitau 1884. 8°.

A Z I Ë.

Register of original observations in 1884, reduced and corrected at six places in India. June—August 1884. fol.

A F R I K A.

Transactions of the South African philosophical Society. Cape town 1884. Vol. III. 8°.

A M E R I K A.

Astronomical and meteorological observations made during the year 1880 at the U. S. naval Observatory. Washington 1884. Vol. XXVII. 4°.

List of foreign correspondents of the Smithsonian Institution corrected to January, 1882. Washington 1882. 8°.

Report of the commissioner of agriculture for the year 1883. Washington 1883. 8°.

A. Williams Jr. Mineral resources of the United States. Washington 1883. 8°.
(U. S. geological Survey).

Annual report of the comptroller of the currency to the 1st session of the 48th congres of the United States. December 3, 1883. Washington 1883. 8°.

Journal of the American medical Association. Chicago 1885. Vol. IV. N°. 6, 8—10. 4°.

Science. Cambridge, Mass. 1885. Vol. V. N°. 107—110. 4°.

Report of the Proceedings of the Numismatic and Antiquarian Society for the year 1884. Philadelphia 1885. 8°.

Johns Hopkins University circulars. Baltimore 1885. Vol. IV. N°. 37—38. 4°.

American journal of philology edited by BASIL L. GILDERSLEEVE. Baltimore 1884. Vol. V. N°. 4. 8°.

Johns Hopkins University studies in historical and political science. Baltimore 1885. 3d Series. N°. 2—3. 8°.

American journal of science. New Haven 1884. 3d Series. Vol. XXVIII. N°. 164—167. 8°.

Proceedings of the Canadian Institute. Toronto 1884. Vol. II. Fasc. 3. 8°.

Boletin de la Academia Nacional de ciencias en Cordoba. Buenos Aires 1884. Tomo VII. Entr. 3. 8°.

Anales de la Sociedad cientifica Argentina. Buenos Aires 1885. Tomo XIX. Entr. 1—2. 8°.

AUSTRALIË.

Transactions and proceedings of the Royal Society of Victoria. Melbourne 1884. Vol. XX. 8°.

AANGEKOCHT.

De Navorscher. Amsterdam 1884—1885. Nieuwe Serie Jaarg. 17. Afl 11. Jaarg. 18. Afl. 2. 8°.

Bibliotheca Belgica. Livr. 54—57. 8°.

Journal des savants. Paris, Février 1885. 4°.

Bulletin des sciences mathématiques. Paris 1885. 2e Série. Tome IX. Février—Mars. 8°.

Annales de chimie et de physique. Paris 1885. 6e Série. Tome IV. Mars. 8°.

Annales de chimie et de physique. Paris 1885. 5e Série. Table des noms d'auteurs et Table analytique des matières. 8°.

The London, Edinburgh, and Dublin philosophical magazine and journal of science. London 1885. 5th Series. Vol. XIX. N°. 118. 8°.

Annals and magazine of natural history. London 1885. 5th Series. Vol. XV. N°. 87. 8°.

Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft. Berlin 1885. Band III. Heft 1. 8°.

Beiblätter zu den Annalen der Physik und Chemie. Leipzig 1885. Band IX. St. 2. 8°.

Journal für Ornithologie. Leipzig 1884. 4te Folge. Band XII. Heft 3—4. 8°.

Dingler's polytechnisches Journal. Stuttgart 1885. Band CCLV. Heft 9—11. 8°.

TEN GESCHENKE OF IN RUIL ONTVANGEN IN DE MAAND MEI 1885.

NEDERLAND.

Verslag van den toestand der gemeente Amsterdam, gedurende het jaar 1884. Amsterdam 1885. 8°.

Nieuw Archief voor wiskunde. Amsterdam 1885. Deel XII. St. 1. 8°.

Wiskundige opgaven met de oplossingen, door de leden van het Wiskundig Genootschap: Een onvermoeide arbeid komt alles te boven. Amsterdam 1885. Deel II. St. 6. 8°.

P. C. Plugge. Overzicht van de wisselende chemische samenstelling en pharmacodynamische waarde van eenige belangrijke geneesmiddelen. Amsterdam 1885. 8°. (Uitgegeven door de Nederlandsche Maatschappij ter bevordering der geneeskunst).

C. P. Tiele. Huldreich Zwingli. 1484—1884. Amsterdam 1884. 8°.

Tijdschrift uitgegeven door de Nederlandsche Maatschappij ter bevordering van nijverheid Haarlem 1885. 4de Reeks. Deel IX. Afl. 4. 8°.

Punten van beschrijving voor de 108ste Algemeene Vergadering der Nederlandsche Maatschappij ter bevordering van nijverheid op Dingsdag 7 Juli 1885 en volgende dagen te Alkmaar. Haarlem. 8°.

Nederlandsch-Chineesch woordenboek met de transcriptie der Chineesche karakters in het Tsiang-Tsiu dialekt door Dr. G. SCHLEGEL. Leiden 1885. Deel I. Afl. 2 roy. 8°.
(Uitgegeven door het Ministerie van Koloniën).

C. P. TIELE. La déesse Ištar surtout dans le mythe babylonien. Leide 1884. 8°.
(Tiré du Vol. II des Travaux de la 6e session du Congrès intern. des Orientalistes).

———— Gedenkrede bij het 250-jarig bestaan van het Seminarium der Remonstranten, uitgesproken op Dingsdag 28 October 1884, in de Stads-gehoorzaal te Leiden. 8°.

Tijdschrift voor entomologie, uitgegeven door de Nederlandsche entomologische Vereeniging. 's Gravenhage 1885. Deel XXVIII. Afl. 1. 8°.

Handelingen der Nederlandsche Juristen-Vereeniging. 's Gravenhage 1883—1884. Jaarg. 14—15. 8°.

Verslagen omtrent 's Rijks verzamelingen van geschiedenis en kunst. VI. 1883. 's Gravenhage 1884. 8°.

Waterbouwkunde, bewerkt door N. H. HENKET, E. STEUERWALD, CH. M. SCHOLS enz. 's Gravenhage 1878—1885. Deel I. Afl. 1—3. 2de Ged. Afl. 1. Deel II. Afl. 1—3. Deel III. Afl. 1—5. 2de Ged. Afl. 1—4. Deel IV. Afl. 1—4. Met Atlas in folio.

N. W. P. RAUWENHOFF. Over het begrip van leven. Utrecht 1885. Redevoering. 8°.

Archief, vroegere en latere mededeelingen in betrekking tot Zeeland, uitgegeven door het Zeeuwsch Genoot-

schap der wetenschappen. Middelburg 1885. Deel VI. St. 1. 8°.

Verslag der Commissie ter verzekering eener goede bewaring van gedenkstukken van geschiedenis en kunst te Nijmegen, over het jaar 1884. Nijmegen 1885. 8°.

Statistiek van het Koninkrijk der Nederlanden. Nieuwe Serie. Staten van de in-, uit- doorgevoerde voornaamste handelsartikelen gedurende de maand Maart 1885. 's Gravenhage 1885. fol.

Verzamelingstabel der waterhoogten langs de kusten van de Noordzee, Zuiderzee en de Nederlandsche rivieren, waargenomen in de maand December 1884. fol.

Verzamelingstabel der waterhoogten volgens de bladen der zelfregistreerende peilschalen, waargenomen in de maand December 1884. fol.

NEDERLANDSCH OOST-INDIË.

Notulen van de algemeene- en bestuurs-vergaderingen van het Bataviaasch Genootschap van kunsten en wetenschappen. Batavia 1885. Deel XXII. Afl. 4. 8°.

Nederlandsch-Indisch plakaatboek 1602—1811, door Mr. J. A. van der Chys. Batavia 1885. Deel I. 8°. (Uitgegeven door het Bataviaasch Genootschap van kunsten en wetenschappen).

J. Semmelink. Geschiedenis der cholera in Oost-Indië vóór 1817. Utrecht 1885. roy. 8°.
(Uitgegeven met subsidie van de Vereeniging tot bevordering der geneesk. wetensch. in N. Indië).

R. D. M. VERBEEK. Krakatau. 1ère Partie. Batavia 1885. 8°.

A. P. MELCHIOR. De gang van eb en vloed te Batavia. 4°.

BELGIË.

Bulletin de l'Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique. Bruxelles 1885. 3e Série. Tome IX. N°. 3. 8°.

Bulletin de l'Académie royale de médecine de Belgique. Bruxelles 1885. 3e Série. Tome XIX. N°. 3—4. 8°.

FRANKRIJK.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences. Paris 1885. Tome C. N°. 16—20. 4°.

Bulletin de l'Académie de médecine. Paris 1885. 2e Série. Tome XIV. N°. 16—20. 8°.

Journal d'hygiène. Paris 1885. 11e Année. Vol. X. N°. 448—452. 4°.

C. P. TIELE. Histoire comparée des anciennes religions de l'Egypte et des peuples sémitiques. Paris 1882. Traduite du Hollandais par G. COLLINS. Précédée d'une préface par A. RÉVILLE. 8°.

———— Manuel de l'histoire des religions esquisse d'une histoire de la religion jusqu'au triomphe des religions universalistes. Paris 1885. Nouvelle Edition. Traduit du Hollandais par M. VERNES. 8°.

A. G. VAN HAMEL. Li romans de carité et miserere du Renclus de Moiliens, poèmes de la fin du XIIe siècle. Paris 1885. Tome I—II. 8°.

S. DE WROBLEWSKI. Comment l'air a été liquéfié. Réponse à l'article de M. J. JAMIN. Paris 1885. 8°.

——————— Sur les phénomènes que présentent les gaz permanents évaporés dans le vide; sur la limite de l'emploi du thermomètre à hydrogène et sur la température que l'on obtient par la détente de l'hydrogène liquéfié. 4°.

Revue de botanique. Bulletin mensuel de la Société Française de botanique. Courrensan 1885. Tome III. N°. 33—34. 8°.

GROOT-BRITTANNIË EN IERLAND.

Proceedings of the Royal Society. London 1884—1885. Vol. XXXVII. N°. 234. Vol. XXXVIII. N°. 235. 8°.

Monthly notices of the Royal astronomical Society. London 1885. Vol. XLV. N°. 6. 8°.

Proceedings of the Royal geographical Society. London 1885. New Series. Vol. VII. N°. 5. 8°.

Journal of the Royal Asiatic Society. London 1885. New Series. Vol. XVII. Part 2. 8°.

Journal of the Anthropological Institute of Great Britain and Ireland. London 1885. Vol. XIV. N°. 4. 8°.

Report on the scientific results of the voyage of H. M. S. Challenger during the years 1873—76. Narrative. Vol. I. Part 1—2. London 1885. 2 Vol. 4°.

Report of the 54th meeting of the British Association for the advancement of science. London 1885. 8°.

L. CREMONA. Sopra una trasformazione birazionale, del sesto grado, dello spazio a tre dimensioni, la cui inversa è del quinto grado. 8°.
(Extracted from the Proceedings of the London Mathematical Society. Vol. XV).

———— An example of the method of deducing a surface from a plane figure. 4°.
(Reprinted from the Transactions of the Royal Society of Edinburgh).

The Scientific Transactions of the Royal Dublin Society. Dublin 1884—1885. 2d Series. Vol. III. N°. 4—6. 4°.

Inhoud:

4. R. LYDEKKER. Catalogue of vertebrate fossils from the Siwaliks of India, in the science and art Museum of Dublin.
5. W. J. SOLLAS. On the origin of freshwater faunas: a study in evolution.
6. T. BLACKBURN and D. SHARP. Memoirs on the Coleoptera of the Hawaiian Islands.

Scientific Proceedings of the Royal Dublin Society. Dublin 1884—1885. New Series. Vol. IV. Part 5—6. 8°.

Transactions of the Royal Irish Academy. Dublin 1884. Vol. XXVIII. (Science). N°. 16. 4°.

Inhoud:

L. CREMONA. On a geometrical transformation of the fourth order, in space of three dimensions, the inverse transformation being of the sixth order.

OOSTENRIJK-HONGARIJE.

Verhandlungen der Kais. Kön. zoologisch-botanischen Gesellschaft. Wien 1885. Band XXXIV. 8°.

Personen-, Ort- und Sach-Register der dritten zehnjährigen Reihe (1871—1880) der Sitzungsberichte und Abhandlungen der Kais. Kön. zoologisch-botanischen Gesellschaft. Wien 1884. 8°.

XIV Jahresbericht der historisch-antiquarischen Gesellschaft von Graubünden. Chur 1884. 8°.

DUITSCHLAND.

69ster Jahresbericht der Naturforschenden Gesellschaft. Emden 1885. 8°.

Verhandlungen des Vereins für naturwissenschaftliche Unterhaltung. Hamburg 1883. Band V. 8°.

Zoologischer Anzeiger. Leipzig 1885. Jahrg. 8. N°. 193—195. 8°.

Jahrbücher der Kön. Akademie gemeinnützziger Wissenschaften. Erfurt 1885. Neue Folge. Heft 13. 8°.

Correspondenz-Blatt des Naturwissenschaftlichen Vereines (früher zoologisch-mineralogischer Verein). Regensburg 1884. Jahrg. 38. 8°.

24 und 25 Bericht über die Thätigkeit des Offenbacher Vereins für Naturkunde in den Vereinsjahren 1882 bis 1884. Offenbach a.M. 1885. 8°.

ZWITSERLAND.

Abhandlungen der Schweizerischen paläontologischen Gesellschaft. Zurich 1875—1884. Vol. I – XI. 4°.

ITALIË.

Atti della Reale Accademia dei Lincei. Roma 1885. 4a Serie. Rendiconti. Tome I. Fasc. 9—11. 4°.

Atti dela R. Accademia delle scienze. Torino 1885. Vol. XX. Disp. 4. 8°.

L Marignani. La luna è priva del moto reale di rotazione sul proprio asse. Padova 1885. 8°.

Atti della Societa Toscana di scienze naturali. Processi Verbali. Vol. IV. Adunanza del 22 Marzo 1885. 8°.

PORTUGAL.

J. F. J. Biker. Collecção de tradados e concertos de pazes que o estado da India Portugueza fez com os reis e senhores com quem teve relações nas partes da Asia e Africa Oriental. Lisboa 1885. Tomo VI. 8°.

DENEMARKEN.

Mémoires de la Société royale des antiquaires du Nord. Copenhague 1885. Nouvelle Série. Année 1885. 8°.

Aa rböger for Nordisk oldkyndighed og historie, udgivne af det Kong. Nordiske oldskrift-Selskab. Kjobenhavn 1884. Hefte 3. 1885 Hefte 1. 8°.

RUSLAND.

Bulletin de l'Académie impériale des sciences de St. Pétersbourg. 1885. Tome XXX. N°. 1. 4°.

Verslagen van het Keiz. aardrijkskundig Genootschap. St. Petersburg 1885. Deel XXI. N°. 2. 8°. (In het Russisch).

Mémoires du Comité géologique. St. Pétersbourg 1885. Vol. II. N°. 1. 4°.

Inhoud:

Allgemeine geologische Karte von Russland. Blatt 71. Kostroma, Makariev, Tschuchloma, Ljubim.

Bulletin du Comité géologique. St Pétersbourg 1884. N°. 8—10. 1885. 1—5. 8°.
(In het Russisch).

Materialen zur Geologie von Turkestan. St. Petersburg 1880—1884. Lieferung 1—2. 4°. Met 3 Kaarten in Plano.

Schriften herausgegeben von der Naturforscher-Gesellschaft. Dorpat 1884. N°. 1. 4°.

Inhoud:

J. Türstig. Untersuchungen über die Entwicklung der primitiven Aorten mit besonderer Berücksichtigung der Beziehungen derselben zu den Anlagen des Herzens.

Sitzungsberichte der Naturforscher-Gesellschaft. Dorpat 1885. Band VII. Heft 1. 8°.

Archiv für die Naturkunde Liv-, Ehst- und Kurlands, herausgegeben von der Dorpater naturforscher-Gesellschaft. Dorpat 1884. 2te Serie. Band X. Lief. 1. 8°.

Meddelanden af Societas pro fauna et flora Fennica. Helsingfors 1885. Häftet 11. 8°.

R U M E N I Ë.

Analele Academiei Romane. Bucuresci 1884—1885. Seria 2. Tomulu VI. Sect. 1—2. 8°.

A Z I Ë.

Proceedings of the Asiatic Society of Bengal. Calcutta 1884. N°. 8—10. 8°.

Journal of the Asiatic Society of Bengal. Calcutta 1885. Vol. LII. Part 2. Vol. LIII. Part 1. 8°.

Indian meteorological memoirs. Calcutta 1884. Vol. II. Part 3. fol.

Inhoud:

Account of the South-West monsoon storm of the 8th to the 19th of October 1882 in the bay of Bengal.

Report on the administration of the meteorological department of the government of India in 1883—1884. fol.

AMERIKA.

Report of the superintendent of the U. S. coast and geodetic survey showing the progress of the work during the fiscal year ending with June, 1883. Washington 1884. 4°.

Journal of the American medical association. Chicago 1885. Vol. IV. N°. 15—19. 4°.

John Hopkins University circulars. Baltimore 1885. Vol. IV. N°. 39. 4°.

American chemical journal edited by J. Remsen. Baltimore 1885. Vol. VII. N°. 1. 8°.

Proceedings of the Academy of natural sciences of Philadelphia. 1885. Part 1. 8°.

Annals of the Astronomical Observatory of Harvard College. Cambridge 1885. Vol. XIV. Part 2. 4°.

Inhoud:

Observations with the meridian photometer during the years 1879—1882.

39th Annual report of the director of the Astromical Observatory of Harvard College. Cambridge 1885. 8°.

Ed. C. Pickering. Observations of variable stars in 1884. 8°.
(Reprinted from the American Academy of arts sciences, 1885).

Science. Cambridge 1885. Vol. V. N°. 114—119. 4°.

Canadian journal of science, literature and history. Toronto 1876—1878. Vol. XV. N°. 1—4, 6—8. 8°.

Proceedings of the Canadian Institute. Toronto 1882—1883. Vol. I. Fasc. 3—4. 8°.

El Ensayo medico. Caracas 1885. Ano II. Tomo II. N°. 37—38. 4°.

Boletin del Ministerio de fomento de la republica Mexicana. Mexico 1884—1885. Tomo IX. N°. 65—80. Tomo X. N°. 1—6. fol.

Anales de la Sociedad cientifica Argentina. Buenos-Aires 1885. Tomo XIX. Entr. 3. 8°.

AUSTRALIË.

Proceedings of the Linnean Society of N. S. W. Sydney 1884. Vol. IX. Part 3. 8°.

AANGEKOCHT.

De Navorscher. Amsterdam 1885. Nieuwe Serie 18e Jaarg. Afl. 4. 8°.

W. PLEYTE. Nederlandsche oudheden van de vroegste tijden tot op Karel den Groote. Leiden 1885. Afl. 12. Overijssel. fol.

Alphabetisch Register op het Staatsblad van het Koningrijk der Nederlanden, van 1813—1884. 's Gravenhage 1885. Afl. 1—2. 8°.

Bulletin des sciences mathématiques. Paris 1885. 2e Série Tome IX Mai. 8°.

Journal des savants. Paris, Avril 1885. 4°.

Annales des sciences naturelles. Paris 1885. Botanique. 6e Série. Tome XX. N°. 4—6. 7e Série. Tome I. N°. 1—3. 8°.

Annales des sciences naturelles. Paris 1884. Zoologie 6e Série. Tome XVIII. N°. 1—3. 8°.

Archives de zoologie expérimentale et générale. Paris 1885. 2e Série. Tome III. N°. 1—2. 8°.

Annales de chimie et de physique. Paris 1885. 6e Série. Tome V. Mai. 8°.

The London, Edinburgh, and Dublin philosophical magazine and journal of science. London 1885. 5th Series. Vol XIX. N°. 120. 8°.

Annals and magazine of natural history. London 1885. 5th Series. Vol. XV. N°. 89. 8°.

Journal of anatomy and physiology normal and pathological. London 1885. Vol. XIX. Part 1—3. 8°.

Göttingische gelehrte Anzeigen. 1885. N°. 7—9. Nachrichten. N°. 4. 8°

Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft. Berlin 1885. Jahrg. 3. Band III. Heft 3. 8°.

Annalen der Physik und Chemie. Leipzig 1885. Neue Folge. Band XXIV. Heft 4—5. Band XXV. Heft 1. Beiblätter. Band IX. St. 4. 8°.

Der Zoologische Garten. Frankfurt a/M. 1882—1884. Jahrg. 23—25. 8°.

DINGLER's polytechnisches Journal. Stuttgart 1885. Band CCLVI. Heft 2—6. 8°.

Bibliothèque universelle et revue Suisse. Lausanne 1885. 3e Période. Tome XXVI. N°. 77. 8°.

Archives des sciences physiques et naturelles. Genève 1885. 3e Période. Tome XIII. N°. 4. 8°.

TEN GESCHENKE OF IN RUIL ONTVANGEN IN DE MAAND JUNI 1885.

NEDERLAND.

Bijdragen tot de dierkunde, uitgegeven door het Genootschap »Natura Artis Magistra" te Amsterdam. Amsterdam 1885. Afl. 12. fol.

Inhoud:

G. C. J. VOSMAER. The sponges of the WILLEM BARENTS expedition 1880 and 1881.

De Volksvlijt, Tijdschrift voor nijverheid, landbouw, handel en scheepvaart. Amsterdam 1885. N°. 1– 2. 8°.

Catalogus der Bibliotheek van de Vereeniging tot bevordering van de belangen des boekhandels te Amsterdam. 1885. 8°.

G. D. BOM HGZN. Bijdragen tot eene geschiedenis van het geslacht »van Keulen" als boekhandelaars, uitgevers, kaart- en instrumentmakers in Nederland. Amsterdam 1885. 8°.

Tijdschrift uitgegeven door de Nederlandsche Maatschappij ter bevordering van nijverheid. Haarlem 1885. 4de Reeks. Deel IX. Afl. 5. 8°.

J. J. VAN MAAS. Lied van het oudste Godsgericht. Met een historische geographische studie over het waarschijnlijk geographisch verband onzer planeet vóór den zondvloed. Haarlem 1885. 8°.

Catalogus der Bibliotheek van de Maatschappij der Nederlandsche letterkunde te Leiden. 1885. 2de Gedeelte. Drukwerken. Afl. 3. 8°.

Verslag omtrent hetgeen in de maand Januari 1885 is verricht tot voorkoming en opruiming van ijsbezetting in de rivieren. 4°.

Berichten en Mededeelingen der Vereeniging voor Lijkverbranding. 1885. N°. 1. 8°.

Waarnemingen van onweders in Nederland. 1884. Utrecht 1885. 8°.

Catalogus der Boekerij van het Provinciaal Genootschap van kunsten en wetenschappen in Noord-Brabant. 's Hertogenbosch 1885. 2de Gedeelte. 8°.

10 Platen van de St. Jans-Kerk te 's Hertogenbosch. fol.

Statistiek van het Koninkrijk der Nederlanden. Nieuwe Serie. Staten van de in-, uit- en doorgevoerde voornaamste handelsartikelen gedurende de maand April 1885. 's Gravenhage 1885. fol.

Verzamelingstabellen der waterhoogten langs de kusten van de Noordzee, Zuiderzee en de Nederlandsche rivieren, waargenomen in de maand Januari 1885. fol.

Verzamelingstabel der waterhoogten volgens de bladen der zelfregistreerende peilschalen, waargenomen in de maand Januari 1885. fol.

NEDERLANDSCH OOST-INDIË.

Geneeskundig tijdschrift voor Nederlandsch-Indië, uitgegeven door de Vereeniging tot bevordering der geneeskundige wetenschappen in Nederlandsch-Indië. Batavia 1885. Deel XXIV. Afl. 5. 8°.

BELGIË.

Bulletin de l'Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique. Bruxelles 1885. 3e Série. Tome IX. N°. 4. 8°.

P. Albrecht. La queue chez l'homme. 8°. (Extrait du Bulletin de la Société d'anthropologie de Bruxelles. Tome III.)

FRANKRIJK.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences. Paris 1885. Tome C. N°. 21—24. 4°.

Bulletin de l'Académie de médecine. Paris 1885. 2e Série. Tome XIV. N°. 21—24. 8°.

Bulletin de la Société mathématique de France. Paris 1885. Tome XIII. N°. 3. 8°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de la Société de biologie. Paris 1885. 8e Série. Tome II. N°. 12—20. 8°.

Journal d'hygiène. Paris 1885. 11e Année. Vol. X. N°. 453—457. 4°.

Revue agricole, industrielle, littéraire et artistique. Valenciennes 1885. Tome XXXVIII. N°. 3—4. 8°.

Revue de botanique. Bulletin mensuel de la Société Française de botanique. Courrensan 1885. Tome III. N°. 35—36. 8°.

GROOT-BRITTANNIË EN IERLAND.

Monthly notices of the Royal astronomical Society. London 1885. Vol. XLV. N°. 7. 8°.

Proceedings of the Royal geographical Society. London 1885. New Series. Vol. VII. N°. 6. 8°.

Journal of the Royal microscopical Society. London 1885. 2d Series. Vol. V. Part 3. 8°.

Proceedings of the Royal Institution of Great Britain. London 1885. Vol. XI. Part 1. 8°.

Proceedings of the scientific meetings of the Zoological Society. London 1885. Part 1. 8°.

Report on experiments made with the Bashforth chro-

nograph te determine the resistance of the air to the motion of elongated projectiles. London 1879. Part 2. 8°.

Proceedings of the Natural history Society. Glasgow 1884—1885. Vol. V. Part 3. New Series. Vol. I. Part 1. 8°.

J. P. Six. Sinope. Londres 1885. 8°.
(Extrait du »Numismatic Chronicle. Vol. V.)

OOSTENRIJK-HONGARIJE.

Ungarische Revue. Budapest 1884. Heft 8—10. 8°.

Földtani Közlöny (Geologische Mittheilungen). Zeitschrift der Ungarischen geologischen Gesellschaft. Budapest 1885. Kötet XV. Füzet 3—5. 8°.

DUITSCHLAND.

Sitzungs-Berichte der Gesellschaft naturforschender Freunde. Berlin 1874—1884. 11 Dl. 8°.

R. Virchow. Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medicin. Berlin 1885. Band C. Heft 1—2. 8°.

P. Albrecht. Ueber die im Laufe der phylogenetischen Entwickelung entstandene, angeborene Spalte des Brustbeinhandgriffes der Brillaffen. 8°.
(Separatabdruck a. d. Sitzungsberichte der kön. preuss. Akademie der Wissensch. 1885).

——————— Ueber Existenz oder Nichtexistenz der Rathke'schen Tasche. 8°.
(Sonderabdruck a. d. Biologischen Centrallblatt. Band IV).

P. Albrecht. Ueber die chorda dorsalis und 7 knöcherne Wirbelzentren im knorpligen Nasenseptum eines erwachsenen Rindes 8⁰.
(Sonderabdruck a. d. Biologischen Centralblatt. Band V).

Abhandlungen herausgegeben vom Naturwissenschaftlichen Vereine zu Bremen. 1885. Band IX. Heft 2. 8⁰.

J. Henle. Das Wachstum des menschlichen Nagels und des Pferdehufs. Göttingen 1884. 4⁰.
(A. d. XXXI. Bande der Abh. d. Kön. Gesellsch. d. Wissensch. zu Göttingen).

6ster Jahresbericht des Naturwissenschaftlichen Vereins zu Osnabrück für die Jahre 1883 und 1884. Osnabrück 1885. 8⁰.

F. Imhoof-Blumer. Porträtköpfe auf antiken Münzen Hellenischer und Hellenisierter Völker. Mit Zeittafeln des Altertums nach ihren Münzen. Leipzig 1885. 4⁰.

Preisschriften gekrönt von der Fürstlich Jablonowski'schen Gesellschaft. Leipzig 1885. N⁰. 25. 4⁰.

Inhoud:

E. Hasse. Geschichte der Leipziger Messen.

Vierteljahrsschrift der Astronomischen Gesellschaft. Leipzig 1884. Jahrg. 19. Heft 4. 8⁰.

R. Hoppe. Grunert's Archiv der Mathematik und Physik. Leipzig 1885. 2te Reihe. Teil II. Heft 2. 8⁰.

Zoologischer Anzeiger. Leipzig 1885. Jahrg. 8. N⁰. 196—197. 8⁰.

Petermann's Mittheilungen aus Justus Perthes' geogra-

phischer Anstalt. Gotha 1885. Band XXXI. N°. 4—5. 4°.

Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft, herausgegeben von der Medicinisch-naturwissenschaftlichen Gesellschaft. Jena 1885. Band XVIII. Heft 3—4. 8°.

Zeitschrift des Vereins für Thüringische Geschichte und Altertumskunde. Jena 1884. Neue Folge. Band IV. Heft 1—2. 8°.

Zeitschrift für Naturwissenschaften, herausgegeben im Auftrage des Naturwissenschaftlichen Vereins für Sachsen ünd Thüringen. Halle a. S. 1885. 4te Folge. Band IV. Heft 1. 8°.

Sitzungsberichte der mathematisch-physikalischen Classe der kön. bayr. Akademie der Wissenschaften. München 1885. Heft 1. 8°.

Sitzungsberichte der philosophisch-philologischen und historischen Classe der kön. bayr. Akademie der Wissenschaften. München 1884. Heft 5—6. 1885. Heft 1. 8°.

Annalen des Vereins für Nassauische Altertumskunde und Geschichtsforschung. Wiesbaden 1883—1884. Band XVIII. Heft 1—2. roy. 8°.

ZWITSERLAND.

P. Albrecht. Ueber den morphologischen Werth des Unterkiefergelenkes, der Gehörknöchelchen, und des mittleren und äusseren Ohres der Säugethiere. Basel 1885. 8°.
(Separat-Abdruck aus dem Compte-rendu des III. Intern. Otologischen Congress.).

ITALIË.

Atti della Reale Accademia dei Lincei. Roma 1885. Serie 4ª. Rendiconti. Vol. I. Fasc. 12. 4⁰.

Memorie della Reale Accademia delle scienze. Torino 1885. Serie 2ª. Tomo XXXVI. 4⁰.

Inhoud:

C. Segre. Studio sulle quadriche in uno spazio lineare ad un numero qualunque di dimensioni.

——— Sulle geometria della retla e delle sue serie quadratiche.

G. de Berardinis. Sullo scostamento della linea geodetica dalle sezioni normale di una superficie.

C. Guidi. Sugli archi elastici.

G. Loria. Ricerche intorno alla geometria della sfera, e loro applicazione allo studio ed alla classificazione della superficie di quarto ordine, aventi per linea doppia il cerchio imaginario all' infinito.

L. Griffini. Contribuzione alla patologia del tessuto epiteliale cilindrico.

L. Camerano. Ricerche intorno alla distribuzione dei colori nel regno animale.

A. Portis. Contribuzione alla ornitolitologia italiana.

G. Vicentini. Sulla conducibilita elettrica delle soluzioni alcooliche di alcuni cloruri.

L. Camerano. Monografia degli anfibi urodeli italiani.

A Battelli. Sulle proprieta termoelettriche delle leghe.

E. Ferrero. Iscrizioni e ricerche nuove interno all' ordinamento delle armate dell' impero Romano.

F. Rossi. Trascrizione di alcuni testi copti tratti dai papiri del Museo egizio di Torino.

Atti della R. Accademia delle scienze. Torino 1884—1885. Vol. XX. Disp. 1, 5. 8⁰.

D. Carutti. L'onorevole Quintino Sella. Torino 1884. 8⁰. (Estratto dalla Miscellanea di Storia Italiana. Tomo XXIII).

——— Relazione sulla corte d'Inghilterra del con-

OVERZICHT

VAN DE

BOEKEN, KAARTEN, PENNINGEN, ENZ.

OVERZICHT

VAN DE

BOEKEN, KAARTEN, PENNINGEN, ENZ.,

INGEKOMEN BIJ DE

KONINKLIJKE AKADEMIE

VAN

WETENSCHAPPEN

TE AMSTERDAM.

VAN APRIL 1885 TOT EN MET MAART 1886.



AMSTERDAM,
JOHANNES MÜLLER.
1886

GEDRUKT BIJ DE ROEVER KRÖBER - BAKELS.

sigliere di stato Pietro Mellarède. Plenipotenziaro di Savoia al congresso di Utrecht. Torino 1885. 8°. (Estratto dalla Miscellanea di storia Italiana. Tomo XXIV).

Atti della Societa Toscana di scienze naturali. Processi verbali. Vol. IV. Adunanza del 10 Maggio 1885. 8°.

Mittheilungen aus der zoologischen Station zu Neapel. Berlin 1885. Band VI. Heft 1. 8°.

SPANJE.

Memorial de Ingenieros del ejercito. Revista quincenal. Madrid 1883. 2ª Epoca Tome IX. 4°. 3ª Epoca. Tomo I. 8°.

Memorial de Ingenieros del ejercito. Memorias, legislacion y documentos oficiales. Madrid 1883. 2ª Epoca. Tomo XXXVIII. 8°.

Memorial de Ingenieros del ejercito. Coleccion de memorias. Madrid 1884. 3ª Epoca. Tomo I. 8°.

ZWEDEN EN NOORWEGEN.

Acta Universitatis Lundensis. Lund 1882—1884. Tomus XVIII—XX. 4°.

Lunds Universitets-Biblioteks Accessions-Katalog, 1883—1884. Lund 1883—1884. 8°.

RUSLAND.

Plato Loekasjewitsj. Verklaring der Assyrische eigennamen. Kieff 1868. 8°.
(In het Russisch).

PLATO LOEKASJEWITSJ. De zoogenaamde Indo-Germaansche wereld, of het ware begin en de ontwikkeling der Duitsche, Engelsche, Fransche en andere West-Europeesche talen. Kieff 1874. 8°.
(In het Russisch).

——————— Verklaring van de voornaamste wetten der natuurlijke en mikroskopische astronomie alsmede der astronomische meteorologie, met bijgevoegde ophelderingen van de eigenschappen der oorspronkelijke taal met betrekking tot de ontwikkeling der daaropvolgende talen van het menschelijk geslacht en tot de wetenschappelijke kennis der astronomie. Eerste gedeelte. Kieff 1884. 8°.
(In het Russisch).

A Z I Ë.

Registers of original observations, reduced and corrected at six stations in India, November 1884. fol.

A F R I K A.

Bulletin de la Société Khédiviale de géographie. Caire 1884—1885. 2e Série. N°. 5—6. 8°.

A M E R I K A.

Journal of the American medical Association. Chicago 1885. Vol. IV. N°. 20—23. 4°.

Science. Cambridge 1885. Vol. V. N°. 120—123. 8°.

E. LOOMIS. Contributions to meteorology. New-Haven 1885. Revised Edition. 4°.

American journal of philology, edited by B L. GILDERSLEEVE. Baltimore 1885. Vol. VI. N°. 1. 8°.

Johns Hopkins University studies in historical and political science. Baltimore 1885. 3d Series. N°. V—VII. 8°.

R. H. STRETCH. Illustrations of the Zygaenidae and Bombycidae of North America. (San Francisco 1872). Vol. I. 8°.

H. W. HARKNESS and J. P. MOORE. Catalogue of the Pacific Coast fungi. 8°.

Bulletin of the Brookville Society of natural history. Richmond, Ind. 1885. N°. 1. 8°.

Boletin del Ministerio de fomento de la republica Mexicana. Mexico 1885. Tomo X. N°. 7—42. fol.

Boletin de la Academia Nacional de ciencias en Cordoba. Buenos Aires 1885. Tomo VII. Entr. 4 8°.

AANGEKOCHT.

De Navorscher. Amsterdam 1885. Nieuwe Serie Jaarg. 18. N°. 5. 8°.

Journal des savants. Paris, Mai 1885. 4°.

Bulletin des sciences mathématiques. Paris 1885. 2e Série. Tome IX. Juin. 8°.

Annales de chimie et de physique. Paris 1885. 6e Série. Tome V. Juin. 8°.

The London, Edinburgh, and Dublin philosophical magazine and journal of science. London 1885. 5th Series. Vol. IX. N°. 121. 8°.

Annals and magazine of natural history. London 1885. 5th Series. Vol. XV. N°. 90. 8°.

Year-book of the scientific and learned societies of Great-Britain and Ireland. London 1885. 2d Annual Issue. 8°.

Göttingische gelehrte Anzeigen. 1885. N°. 10—12. 8°.

Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft. Berlin 1885. Jahrg. 3. Heft 4. 8°.

Archiv für Naturgeschichte. Berlin 1883. Jahrg. 49. Heft 6. 8°.

Annalen der Physik und Chemie. Leipzig 1885. Neue Folge. Band XXV. Heft 2. Beiblätter. Band IX. St. 5. 8°.

Journal für Ornithologie, herausgegeben von J. Cabanis. Leipzig 1885. Jahrg 33. Heft 2. 8°.

Der zoologische Garten. Frankfurt a. M. 1885. Jahrg. 26. N°. 1—4. 8°.

Dingler's polytechnisches Journal. Stuttgart 1885. Band CCLVI. Heft 7—11. 8°.

Archives des sciences physiques et naturelles. Genève 1885. 3e Période. Tome XIII. N°. 5. 8°.

TEN GESCHENKE OF IN RUIL ONTVANGEN IN DE MAANDEN JULI, AUGUSTUS EN SEPTEMBER 1885.

NEDERLAND.

Bouwkundig Tijdschrift, uitgegeven door de Maatschappij tot bevordering der bouwkunst. Amsterdam 1884—1885. Deel IV. Stuk 1—5. Deel V. Stuk 1. fol.

Nederlandsch Tijdschrift voor geneeskunde. Amsterdam 1885. Jaarg. 21. Afd. 2. Afl. 1. 8°.

Bijdragen van het statistisch Instituut. Amsterdam 1885. N°. 2. 8°.

Jaarcijfers over 1884 en vorige jaren. N°. 4. Afl. 1. 8°. (Jaarboekje, uitgegeven door het statistisch Instituut. Jaarg. 37).

Catalogus van de Bibliotheek van het Evangelisch Luthersch Seminarium. Supplement I—II. 8°.

Jaarboek van het mijnwezen in Nederlandsch Oost-Indië. Amsterdam 1885. Jaarg. 14. 1ste Gedeelte. 8°.

J. J. K. Leyds. Tellus et homo. Eenige onderzoekingen op geophysisch, anthropologisch en aanverwant gebied, (stellingen en desiderata). Amsterdam 1885. 8°.

B. F. Matthes. Makassaarsch-Hollandsch Woordenboek, met Hollandsch-Makassaarsche woordenlijst, en verklaring van een tot opheldering bijgevoegden ethnographischen Atlas. Amsterdam 1885. 2de Druk. 8°.

Ethnographische Atlas, bevattende afbeeldingen van voorwerpen uit het leven en de huishouding der Makassaren, geteekend door C. A. SCHRÖDER JR. en N. EILERS; hoofdzakelijk dienende tot opheldering van het Makassaarsch Woordenboek van Dr. B. F. MATTHES. Amsterdam 1885. Plano.

Verhandelingen rakende den natuurlijken en geopenbaarden godsdienst, uitgegeven door Teylers godgeleerd Genootschap. Haarlem 1885. Nieuwe Serie. Deel XI. Stuk 2. 8°.

Inhoud:

F. O. ZURLINDEN. Melchior Hofmann, ein Prophet der Wiedertäufer.

Archives Néerlandaises des sciences exactes et naturelles, publiées par la Société Hollandaise des sciences. Harlem 1885. Tome XX. Livr. 1—2. 8°.

Tijdschrift uitgegeven door de Nederlandsche Maatschappij ter bevordering van nijverheid. Haarlem 1885. 4de Reeks. Deel IX. Afl. 6—8. 8°.

Verslag van den toestand der Stads-Bibliotheek te Haarlem over het jaar 1884. 8°.

H. JACOBI. Het privilegie voor waterschapslasten, volgens de wet van 9 October 1841 (Staatsblad N°. 42). Haarlem 1885. 8°.
(Gedrukt op last van gedeputeerde Staten van Noord-Holland).

N. G. PIERSON. Leerboek der staathuishoudkunde. Haarlem 1884. Deel I. 8°.

Flora-Batava. Leiden 1885. Afl. 269—270. 4°.

Papyri Graeci Musei antiquarii publici Lugduni-Batavi. Regis augustissimi jussu edidit, interpretationem latinam, adnotationem, indices et tabulas addidit C. LEEMANS. Lugduni Bat. 1885. Tomus II. 4°.

E. PIAGET. Les pédiculines. Leide 1885. Supplément. 4°.

H. G. VAN DE SANDE BAKHUYZEN. Untersuchungen über die Rotationszeit des Planeten Mars und über Aenderungen seiner Flecke. 4°.
(Aus dem VII^en^ Bande der Annalen der Sternwarte in Leiden).

D. BIERENS DE HAAN. Bibliographie Néerlandaise des sciences mathématiques et physiques. 2e Partie. 8°.

Tijdschrift van het koninklijk Instituut van ingenieurs. 's Gravenhage 1885. Jaarg. 1884—1885. Afl. 4. 1ste Ged. Afl. 5. 1ste en 2de Ged. Algemeen verslag. Jaarg. 1885—1886. Afl. 1. 2de Ged. 4°.

Algemeen Nederlandsch familieblad. Tijdschrift voor geschiedenis, geslacht-, wapen-, zegelkunde, enz. onder leiding van A. A. VORSTERMAN VAN OYEN. 1885. 2de Jaarg. N°. 1– 8. 4°.

Bijdragen tot de taal-, land- en volkenkunde van Nederlandsch-Indië, uitgegeven door het koninklijk Instituut voor de taal-, land- en volkenkunde van Nederlandsch-Indië. 's Gravenhage 1885. 4e Reeks. Deel X. St. 3. 8°.

J. J. M. DE GROOT. Het Kongsiwezen van Borneo. Eene verhandeling over den grondslag en den aard der Chineesche politieke vereenigingen in de koloniën,

met eene Chineesche geschiedenis van de Kongsi Lanfong. 's Gravenhage 1885. 8°.
(Uitgegeven door het koninklijk Instituut voor de taal-, land- en volkenkunde van N.-Indië).

Tijdschrift voor entomologie, uitgegeven door de Nederlandsche entomologische Vereeniging. 's Gravenhage 1885. Deel XXVIII. Afl. 2. 8°.

Berichten en mededeelingen der Vereeniging voor lijkverbranding. 1885. N°. 2—3. 8°.

Woordenboek der Nederlandsche taal. 's Gravenhage 1885. 3de Reeks. Afl. 8. (Gelegenheid-Gelte). 4°.

Verslagen aan den Koning betrekkelijk den dienst der posterijen, der rijkspostspaarbank en der telegrafen in Nederland. 1884. III. Telegrafen. 's Gravenhage 1885. 4°.

Mededeelingen betreffende het zeewezen. 's Gravenhage 1885. Deel XXV. Afl. 5. 8°.

Sepp's Nederlandsche insecten. 's Gravenhage 1885. 2de Serie. Deel IV. N°. 29—30. 4°.

Nieuwe Verhandelingen van het Bataafsch Genootschap der proefondervindelijke wijsbegeerte. Rotterdam 1885. 2de Reeks. Deel III. St. 2. 4°.

Inhoud:

P. Heidema Sr. Verhandeling over de vruchtbaarmaking van gronden door middel van slib.

Mededeelingen uit de Laboratoria van 's rijks Munt door Dr. A. D. van Riemsdijk. Utrecht 1885. N°. 6. 8°.

Munt-Kabinet van 's rijks Munt te Utrecht. Catalogus der gouden en zilveren speciën, geslagen in het tijdvak van het Bataafsch Gemeenebest, het Koningrijk Holland en het Fransche Keizerrijk. Voorafgegaan door eenige aanteekeningen omtrent de geschiedenis van den muntslag in dien tijd, 1795—1813. 8°.

J. C. Naber. De vormende kracht van het Romeinsche recht. Utrecht 1885. 8°.

Catalogus van schilderijen en portretten toebehoorende aan het Zeeuwsch Genootschap der wetenschappen. 8°.

Naamlijst van geschiedkundige en ethnographische voorwerpen toebehoorende aan het Zeeuwsch Genootschap der wetenschappen. 8°.

Naamlijst van fossilia, en, in of nabij den grond, meestal in Zeeland, gevonden voorwerpen geplaatst in de zoogenaamde steenenkamer van het Zeeuwsch Genootschap. 8°.

De Vrije Fries. Mengelingen uitgegeven door het Friesch Genootschap van geschied-, oudheid- en taalkunde. Leeuwarden 1885. 3de Reeks. Deel IV. Afl. 2. 8°.

56ste Verslag der handelingen van het Friesch Genootschap van geschied-, oudheid- en taalkunde te Leeuwarden, over het jaar 1883—1884. 8°.

Verslag van den toestand der provincie Friesland in 1884, aan de staten van dat gewest gedaan door de Gedeputeerde staten, in de zomervergadering van 1885. Leeuwarden 1885. 8°.

Rijkslandbouwschool te Wageningen. Programma van het onderwijs voor het leerjaar 1885—1886. 8°.

Nederlandsch kruidkundig Archief. Verslagen en Mededeelingen der Nederlandsche botanische Vereeniging. Nijmegen 1885. 2e Serie. Deel IV. St. 3. 8°.

Jos. Habets. Geschiedenis van het leenhof en de leenen van Valkenburg, bevattende een aantal bijzonderheden over de rechtspleging bij die leenen in gebruik enz. Roermond. z. j. 8°.

J. van Rees. Over de post-embryonale ontwikkeling van Musca vomitoria. 8°.
(Overgedrukt uit het Maandblad voor natuurwetenschappen, 1885).

——————— Over intra-cellulaire spijsverteering en over de beteekenis der witte bloedlichaampjes. 8°.
(Overgedrukt uit het Maandblad voor natuurwetenschappen, 1884).

——————— Protozoaires et Coelentérés de l'Escaut de l'est. 8°.
(Tiré du: Tijdschrift Ned. dierk. Vereeniging. Supplementdeel I. Livr. 2).

J. F. van Bemmelen. Ueber vermuthliche rudimentäre Kiemenspalten bei Elasmobranchiern. 8°.
(Abdruck a. d. Mittheilungen aus der zoologischen Station zu Neapel, Band VI).

Statistiek van het koninkrijk der Nederlanden. Nieuwe Serie. Staten van de in-, uit- en doorgevoerde voornaamste handelsartikelen gedurende de maanden Mei—Juli 1885. 's Gravenhage 1885. fol.

Verzamelingstabellen der waterhoogten langs de kusten van de Noordzee, Zuiderzee en de Nederlandsche

rivieren, waargenomen in de maanden Februari—April 1885. fol.

Verzamelingstabellen der waterhoogten volgens de bladen der zelfregistreerende peilschalen, waargenomen in de maanden Februari—April 1885. fol.

NEDERLANDSCH OOST-INDIË.

Geneeskundig Tijdschrift voor Nederlandsch-Indië, uitgegeven door de Vereeniging tot bevordering der geneeskundige wetenschappen in Nederlandsch-Indië. Batavia 1885. Deel XXV. Afl. 1. 8°.

C. L. VAN DER BURG. De geneesheer in Nederlandsch-Indië. Batavia 1885. Deel III. (Materia Indica). 8°. (Uitgegeven door de Vereeniging tot bevordering der geneesk. wetensch. in N -Indië).

Tijdschrift voor nijverheid en landbouw in Nederlandsch-Indië, uitgegeven door de Nederlandsch-Indische Maatschappij van nijverheid en landbouw. Batavia 1882—1885. Deel XXVII—XIX. Dl. XXX. Afl. 3, 5, 6. Deel XXXI. Afl. 1—2. 8°.

Mededeelingen uit 's Lands Plantentuin. II. Onderzoekingen over serehziek suikerriet door Dr. M. TREUB. Batavia 1885. 8°.

Regenwaarnemingen in Nederlandsch-Indië. Batavia 1885. 6e Jaarg. 1884. 8°.

C. PH. SLUITER. Ueber einige einfachen Ascidien von der Insel Billiton. Batavia 1885. 8°.
(Separat-Abdruck aus: Natuurk. Tijdschrift voor N.-Indië. Band XLV).

R. D. M. Verbeek. Krakatau. Tweede Gedeelte. Batavia 1885. 8°. Met Album en Kaarten in Plano.

BELGIË.

Mémoires de l'Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique. Bruxelles 1884. Tome XLV. 8°.

Inhoud:

F. Folie et C. Le Paige. Mémoire sur les courbes du troisième ordre (2e partie).
P. J. van Beneden. Une baleine fossile de Croatie, appartenant au genre Mésocète.
E. Catalan. Sur l'addition des fonctions elliptiques de première espèce.
J. Plateau. Bibliographie analytique des principaux phénomènes subjectifs de la vision. (3e supplément).
P. Mansion. Sur un point de la théorie des séries de Fourier.
E. Catalan. Notes sur la théorie des fractions continues et sur certaines séries.
F. Folie. Théorie des mouvements diurne, annuel et séculaire de l'axe du monde.
F. Plateau. Recherches expérimentales sur les mouvements respiratoires des insectes.
H. Hijmans. Le réalisme. Son influence sur la peinture contemporaine.

Mémoires couronnés et mémoires des savants étrangers publiés par l'Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique. Bruxelles 1884. Tome XLVI. 4°.

Inhoud:

L. Richald. Histoire des finances publiques de la Belgique depuis 1830.

Mémoires couronnés et autres mémoires publiés par l'Aca-

démie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique. Brnxelles 1884. Tome XXXVI. 8°.

Bulletin de l'Académie des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique. Bruxelles 1885. 3e Série. Tome IX. N°. 5—7. 8°.

Biographie Nationale publiée par l'Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique. Bruxelles 1884. Tome VIII. Fasc. 1—2. 8°.

Compte rendu des séances de la Commission royale d'histoire ou recueil de ses lettres. Bruxelles 1883—1884. 4e Série. Tome XI. Bulletin 3—5. Tome XII. Bulletin 1—3. 8°.

Collection de chroniques Belges inédites, publiée par ordre du Gouvernement.

a. L. Devillers. Cartulaire des comtes de Hainaut, de l'avènement de Guillaume II à la mort de Jacqueline de Bavière. Bruxelles 1883. Tome II. 4°.

b. Ch. Piot. Correspondance du [illegible] Granvelle, 1565—1583. Bruxelles 1884. Tome IV. 4°.

c. Kervyn de Lettenhove. Relations politiques des Pays-Bas et de l'Angleterre, sous le règne de Philippe II. Bruxelles 1885. Tome IV. 4°.

Bulletin de l'Académie royale de médecine de Belgique. Bruxelles 1885. 3e Série. Tome XIX. N°. 5—7. 8°.

Annales de la Société entomologique de Belgique. Bruxelles 1884—1885. Tome XXVIII—XXIX. Part 1. 8°.

Annales de la Société malacologique de Belgique. Bruxelles 1880—1884. Tome XV, XVIII—XIX. 8°.

Procès-verbaux des séances de la Société malacologique de Belgique de 5 Août 1883—5 Juillet 1885. Tome XIII—XIV. 8°.

Coutumes des pays et comté de Flandre. Coutume du Bourg de Bruges par L. GILLIODTS VAR SEVEREN. Bruxelles 1885. Tome III. 4°.

Liste chronologique des édits et ordonnances des Pays-Bas. Règne de Charles-Quint (1506—1555). Bruxelles 1885. 8°.

Annales du Musée royal d'histoire naturelle de Belgique. Bruxelles 1885. Tome IX, XI. 3 Dl. fol. met Atlas in Plano.

Inhoud, Tome IX:

P. J. VAN BENEDEN. Description des ossements fossiles des environs d'Anvers. 4e Partie. Cétacés, genre Plesiocetus.

Tome XI:

L. G. DE KONINCK. Faune du calcaire carbonifère de la Belgique. 5e Partie. Lamellibranches.

Bulletin du Musée royal d'histoire naturelle de Belgique. Bruxelles 1884. Tome III. N°. 3—4. 8°.

Musée royal d'histoire naturelle de Belgique. Service de la carte géologique du royaume. Explication des feuilles de Heers, Modave, Virton, Ruette, Lamorteau, Landen et St. Frond. Bruxelles 1884. 8°. Met Atlas in Plano.

Mémoires de la Société des sciences de Liége. Bruxelles 1885. 2e Série. Tome XII. 8°.

Annales de la Société géologique de Belgique. Liége 1882—1883. Tome X. 8°.

Catalogue des collections géologiques, paléontologiques, conchyliologiques et d'archéologie préhistorique du Musée Ubaghs à Maestricht. Liége 1885. 8°.

Annuaire de l'Université catholique de Louvain. 1885. Année 49. 8°.

O. F. Cambier. De divina institutione confessionis sacramentalis. Lovanii 1884. Dissertatio. 8°.

L. C. Casartelli. La philosophie religieuse du Mazdéisme sous les Sassanides Louvain 1884. Dissertation. 8°.

Ph. Colinet. Les doctrines philosophiques et religieuses de la Bhagavadgîtâ étudiées en elles-mêmes et dans leurs origines. I. La divinité impersonnelle. — La prakrti. Louvain 1884. Dissertation. 8°.

De geschiedenis van de gemeenten der provincie Oost-Vlaanderen. Gent 1885. Deel XXXVI. 8°.

J. H. Vandendaele. Lieven Bauwens. Gent 1885. 8°. (Uitgave van het Willems-Fonds).

Ph. van Cauteren. Over tabak. Gent 1885. 8°. (Uitgave van het Willems-Fonds. N°. 109).

FRANKRIJK.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences. Paris 1885. Tome C. N°. 25 –26. Tome CI. N°. 1—11. 4°.

Bulletin de l'Académie de médecine. Paris 1885. 2e Série. Tome XIV. N°. 25—37. 8°.

Journal de l'Ecole polytechnique. Paris 1884. Cahier 54. 4°.

Inhoud:

L. AUTONNE. Recherches sur les intégrales algébriques des équations différentielles linéaires à coefficients rationnels.
PICQUET. Applications de la représentation des courbes du troisième degré à l'aide des fonctions elliptiques.
E. DEMARCAY. Sur les dérivés du sulfure d'azote.
H. LÉAUTÉ. Théorie du frein à lame.
GUIEYSSE. Régulateur isochrone parabolique.
J. MOUTIER. Sur les phénomènes thermiques qui accompagnent le mélange de deux liquides.
G. H. HALPHEN. Note sur l'inversion des intégrales elliptiques.
————— Sur une courbe élastique.

Nouvelles Archives du Muséum d'histoire naturelle. Paris 1884—1885. 2e Série. Tome VII. Fasc. 1—2. 4°.

Inhoud:

H. E. SAUVAGE. Notice sur la faune ichthyologique de l'ouest de l'Asie et plus particulièrement sur les poissons, recueillis par M. Chantre pendant son voyage dans cette région.
E. T. HAMY. Documents pour servir à l'anthropologie de la Babylonie.
A. FRANCHET. Plantae Davidianae ex Sinarum imperio.
J. MABILLE. Matériaux pour la faune malacologique des iles Canaries.
L. TESTUT. Contribution à l'anatomie des races nègres. Dissection d'un Boschiman.

Publications de l'Ecole des langues orientales vivantes. Paris 1882—1885. Vol. IX. Fasc. 4. Vol. XVII. Vol. XVIII. Part. 1. Vol. XIX. 2e Série. Tome IV, Livr. 3. Tome VI—VII, IX—X, XIII—XVI. roy. 8°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de la Société de biologie. Paris 1885. Tome II. N°. 21—28. 8°.

Bulletin de la Société mathématique de France. Paris 1885. Tome XIII. N°. 4—6. 8°.

Bulletin de la Société zoologique de France. Paris 1885. 10e Année. N°. 1. 8°.

Rapports généraux des travaux de la Société philomatique de Paris depuis 1788 jusqu'à 1800. 3 Dl. 8°.

Bulletin des sciences par la Société philomatique de Paris. 1798—1803. 5 Dl. 8°.

Société philomatique de Paris. Extraits des procès-verbaux des sciences pendant les années 1845—1853, 1855, 1857, 1860—1862. 14 Dl. 8°.

Bulletin de la Société philomatique de Paris. 1864—1885. 6e Série. Tome I—XIII. 7e Série. Tome I—VIII. IX. N°. 2. 20 Dl. 8°.

Mission scientifique au Cap Horn. 1882—1883. Tome II. Météorologie par J. Lephay. Paris 1885. 4°.

O. Pirmez. Jours de solitude. Paris 1883. 8°.

Journal d'hygiène. Paris 1885. 11e Année. Vol. X. N°. 458—470. 4°.

Revue de l'histoire des religions. Paris 1885. 5e Année. Tome XI. N°. 1—2. 8°.

Annales de la Faculté des lettres de Bordeaux. Paris 1885. 2e Série. Année 1885. N°. 1. 8°.

Bulletin de la Société des sciences de Nancy. Paris 1885. 2e Série. Tome VII. Fasc. 17. 8°.

Mémoires de la section des sciences de l'Académie des sciences et lettres de Montpellier. 1884. Tome X. Fasc. 3. 4°.

Inhoud:

E. Combescure. Sur les surfaces dont les lignes de courbure sont planes, dans un système seulement.
A. Crova. Sur l'hygrométrie.
A. Sabatier. Recherches sur l'oeuf des Ascidiens.
E. Pauchon. Recherches sur la limite de perceptibilité des sons aigus.
A. Crova. Description d'un spectro-photomètre.
——— Observations actinométriques faites pendant l'année 1882—1883 à l'Observatoire météorologique de Montpellier.
——— Sur une méthode de graduation des hygromètres à absorption.
——— et Garbe. Sur un étalon électrostatique de potentiel.

Mémoires de la section des lettres de l'Académie des sciences et lettres de Montpellier. 1884. Tome VII. Fasc. 2. 4°.

Inhoud:

A. Germain. La faculté de théologie de Montpellier.
V. Aragon. Notice sur le premier président Massot-Reynier.
A. Germain. Souvenirs religieux des Cevennes. Le père Joseph et l'abbé de Florian.
——— Le sixième centenaire de l'Université de Montpellier.
V. Aragon. Dix lettres inédites de Voltaire à son neveu de la Houlière, avec note préliminaire.

Mémoires de l'Académie des sciences, inscriptions et belles-lettres. Toulouse 1884—1885. 8e Série. Tome VI. 1er & 2d Semestre. 8°.

Annuaire de l'Académie des sciences, inscriptions et belles-lettres de Toulouse, 1884—1885. Année 40. 8⁰.

Recueil de l'Académie de législation de Toulouse. 1883—1884. Tome XXXII. 8⁰.

Bulletin de la Société académique Franco-Hispano-Portugaise. Toulouse 1884—1885. Tome V. N⁰. 4—5. 8⁰.

Précis analytique des travaux de l'Académie des sciences, belles-lettres et arts de Rouen pendant l'année 1883—1884. Rouen 1885. 8⁰.

Mémoire de l'Académie des sciences, belles-lettres et arts de Savoie. Chambéry 1885. 3e Série. Tome X. 8⁰.

Bulletin historique de la Société des antiquaires de la Morinie. St. Omer 1885. Nouvelle Série. Livr. 133—134. 8⁰.

Revue agricole, industrielle, littéraire et artistique de la Société d'agriculture, sciences et arts de l'arrondissement de Valenciennes. 1885. Tome XXXVIII. N⁰. 1, 2, 5—8. 8⁰.

Revue de botanique. Bulletin mensuel de la Société française de botanique. Lucante 1885. Tome IV. N⁰. 37—38. 8⁰.

GROOT BRITTANNIË EN IERLAND.

Philosophical Transactions of the Royal Society. London 1885. Vol. CLXXV. Part 2. 4⁰.

Inhoud:

R. S. HEATH. On the dynamics of a rigid body in elliptic space.

W. N. Hartley. Researches on spectrum photography in relation to new methods of quantitative chemical analysis. Part 2.

J. H. Poynting On the transfer of energy in the electromagnetic field.

M. J. M. Hill. On the motion of fluid, part of which is moving rotationally and part irrotationally.

Rayleigh and H. Sidgwick On the electro-chemical equivalent of silver, and on the absolute electromotive force of clark cells.

W. Ramsay and Sydney Young. Influence of change of condition from the liquid to the solid state on vapour-pressure.

D. Ferrier and G. F. Yeo. A record of experiments on the effects of lesion of different regions of the cerebral hemispheres.

F. O. Bower. On the comparative morphology of the leaf in the vascular cryptogams and gymnosperms.

H. B. Dixon. Conditions of chemical change in gases: hydrogen, carbonic oxide, and oxygen.

Proceedings of the Royal Society. London 1885. Vol. XXXVIII. N^{0}. 236 - 238. 8^{0}.

Memoirs of the Royal astronomical Society. London 1885. Vol. XLVIII. Part 2. 4^{0}.

Inhoud:

G. M. Seabroke. Fourth catalogue of micrometrical measures of double stars.

C. Pritchard. On the relative proper motions of 40 stars in the Pleiades, determined from micrometric and meridional observations.

E B. Knobel. Observations of Mars at the opposition of 1884.

E. Neison. On the corrections required by Hansen's "Tables de la lune."

C. Gogou. Sur une inégalité lunaire à longue période.

Monthly notices of the Royal astronomical Society. London 1885. Vol. XLV. N^{0}. 8. 8^{0}.

Proceedings of the Royal geographical Society. London 1885. New Series. Vol. VII. N^{0}. 7 -9. 8^{0}.

Journal of the Royal microscopical Society. London 1885. 2^{d} Series. Vol. V. Part 4. 8^{0}.

Transactions of the zoological Society of London. 1885. Vol. XI. Part 10. 4°.

Inhoud:

E. RAY LANKESTER. On the muscular and endoskeletal systems of Limulus and Scorpio; with some notes on the anatomy and generic characters of scorpions.

Proceedings of the scientific meetings of the zoological Society of London for the year 1885. London 1885. Part 2. 8°.

Journal of the anthropological Institute of Great Britain and Ireland. London 1885. Vol. XV. N°. 1. 8°.

Transactions of the Linnean Society. London 1884. 2d Series. Botany. Vol. II. Part 8. 4°.

Inhoud:

TH. H. CORRY. Structure and development of the Gynostemium, and on the mode of fertilization in Asclepias Cornuti, Decaisne (A. Syriaca, Linn.).

Transactions of the Linnean Society. London 1884—1885. 2d Series. Zoology. Vol. II. Part 11, 13—14. Vol. III. Part 2—3. 4°.

Inhoud, Vol. II:

11. B. THOMPSON LOWNE. On the compound vision and the morphology of the eye in insects.
13. J. W. DAVIS. On a new species of Coelacanthus (C. Tingleyensis) from the Yorkshire cannel coal.
14. P. H. CARPENTER. On three new species of Metacrinus, with a note on a new Myzostoma by L. VON GRAFF.

Vol. III:

2 en 3. A. E EATON. A revisional monograph of recent Ephemeridae or mayflies.

Journal of the Linnean Society. London 1884—1885. 2d Series. Botany. Vol. XXI. N⁰. 134—137. Zoology. Vol. XVII—XIX. N⁰. 103—108. 8⁰.

List of the Linnean Society of London, 1884 – 1885. 8⁰.

Report on the scientific results of the voyage of H. M. S. Challenger during the years 1873—76. Botany. Vol. I. London 1885. 4⁰.

Dun Echt Observatory publications. Dun Echt, Aberdeen 1885. Vol. III. 4⁰.

Th. D. Smellie. Ocean and air currents. Glasgow 1885. 8⁰.

Transactions of the Cambridge philosophical Society. Cambridge 1885. Vol. XIV. Part 1. 4⁰.

Inhoud:

M. J. M. Hill. On some general equations which include the equations of hydro-dynamics.

W. N. Shaw. On the measurement of temperature by water-vapour pressure.

A. H. Leahy. On the pulsations of spheres in an elastic medium.

C. Spurge. On the curves of constant intensity of polarized light seen in a uniaxal crystal.

Proceedings of the Cambridge philosophical Society. Cambridge 1884—1885. Vol. V. Part 1—3. 8⁰.

Proceedings of the Royal physical Society. Edinburgh 1858 – 1884. Vol. II, IV—VII. 5 Dl. 8⁰.

OOSTENRIJK-HONGARIJE.

Abhandlungen der kais. kön. geologischen Reichsanstalt. Wien 1885. Band XI. Abth. 1. 4⁰.

Inhoud:

D. Stur. Die Carbon-Flora der Schatzlarer Schichten. Abth. I. Die Farne.

Jahrbuch der kais. kön. geologischen Reichsanstalt. Wien 1884. Band XXXIV. Heft 4. 4°.

Verhandlungen der kais. kön. geologischen Reichanstalt. Wien 1884. Jahrg. 1884. N°. 13—18. 4°.

Verhandlungen der kais. kön. zoologisch-botanischen Gesellschaft. Wien 1885. Band XXXV. 1ste Halbjahr. 8°.

Mittheilungen der kais. kön. geographischen Gesellschaft. Wien 1884. Band XXVII. 8°.

S. v. Wroblewski. Ueber den elektrischen Widerstand des Kupfers bei den niedrigsten Kältegraden. 8°. (Separat-Abdruck a. d. XCII Bande der k. k. Akad. der Wissenschaften. Abth. 2).

Verhandlungen des naturforschenden Vereins. Brünn 1884. Band XXII. Heft 1—2. 8°.

Bericht der meteorologischen Commission des Naturforschenden Vereines in Brünn über die Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen im Jahre 1882. Brünn 1884. 8°.

Geologische Karte der Umgebung von Brünn. Nach eigenen Aufnahmen entworfen von A. Makowsky und A. Rzehak. Herausgegeben vom naturforschenden Vereine in Brunn. 1883. Massstab 1 : 75.000. Plano.

Atti del Museo civico di storia naturale. Trieste 1884. Vol. VII. 8°.

C. Marchesetti. La necropoli di Vermo presso Pisino nell' Istria. Trieste 1884. 8°.
(Estratto d. Bollettino della Societa Adriatica di scienze nat. Vol. VIII).

Magnetische und meteorologische Beobachtungen an der k. k. Sternwarte zu Prag im Jahre 1884. Jahrg. 45. 4°.

Casopis pro pestovani mathematiky a fysiky, a vydava Iednota Ceskych mathematiku. Praze 1885. Rocnik XIV. Cislo 1– 6. 8°.

DUITSCHLAND.

Abhandlungen der kön. Akademie der Wissenschaften aus dem Jahre 1884. Berlin 1885. 4°.

Inhoud:

Roth. Beiträge zur Petrographie der plutonischen Gesteine.
Virchow. Ueber alte Schädel von Assos und Cypern.
Wiedemann. Ueber die Bestimmung des Ohm.
Krabbe. Ueber das Wachsthum des Verdickungsringes und der jungen Holzzellen in seiner Abhängigkeit von Druckwirkungen.
Studer. Verzeichniss der während der Reise S M. S. Gazelle um die Erde 1874 - 76 gesammelten Asteriden und Euryaliden.
Tobler. Das Buch des Uguçon da Laodho.
Dillmann. Ueber die Regierung, insbesondere die Kirchenordnung des Königs Zar'a Jacob.
Imhoof-Blumer. Die Münzen der Dynastie von Pergamon.
Freudenthal. Die durch Averroes erhaltenen Fragmente Alexanders.
Bohn. Der Tempel des Dionysos zu Pergamon.

Ergebnisse der Beobachtungsstationen an den deutschen Küsten über die physikalischen Eigenschaften der Ostsee und Nordsee und die Fischerei. Berlin 1885. Jahrg. 1884. Heft 4 –9. 4°. Oblong.

Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medicin. Berlin 1885. Band C. Heft 3. Band CI. Heft 1 2. 8°.

Wochenschrift für klassische Philologie, herausgegeben von W. HIRSCHFELDER. Berlin 1885. Jahrg. 2. N°. 1—27. 4°.

Schriften des naturwissenschaftlichen Vereins für Schleswig-Holstein. Kiel 1885. Band VI. Heft 1. 8°.

Erster-Fünfter Jahresbericht des naturwissenschaftlichen Vereins zu Osnabrück. 1872—1883. 5 Dl. 8°.

Schriften der naturforschenden Gesellschaft in Danzig. 1885. Neue Folge. Band VI. Heft 2. 8°.

Schriften der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft. Königsberg 1884—1885. Jahrg. 25. 1ste & 2te Abth. 8°.

Neues Lausitzisches Magazin im Auftrage der Oberlausitzischen Gesellschaft der Wissenschaften. Görlitz 1884. Band LX. Heft 2. 8°.

Verhandlungen des naturhistorisch-medicinischen Vereins. Heidelberg 1885. Neue Folge. Band III. Heft 4. 8°.

Verhandlungen des naturhistorischen Vereins der preussischen Rheinlande und Westfalens. Bonn 1885. Jahrg. 42. 1ste Hälfte. 8°.

Autoren- und Sachregister zu Band 1—40 der Verhandlungen des naturhistorischen Vereins der preussischen Rheinlande und Westphalens. Bonn 1885. 8°.

Abhandlungen der mathematisch-physischen Classe der kön. sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften. Leipzig 1884—1885. Band XIII. N°. 2—4. 4°.

Inhoud:

2. G. Th. Fechner. Ueber die Methode der richtigen und falschen Fälle in Anwendung auf die Massbestimmungen der Feinheit oder extensiven Empfindlichkeit des Raumsinnes.
3. W. Braune und O. Fischer. Die bei der Untersuchung von Gelenkbewegungen anzuwenden Methode, erläutert am Gelenkmechanismus des Vorderarms beim Menschen.
4. F. Klein. Ueber die elliptischen Normalcurven der N^{ten} Ordnung und zugehörige Modulfunctionen der N^{ten} Stufe

Berichte über die Verhandlungen der kön. sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften. Leipzig 1884—1885. Philologisch-historische Classe. 1884. N^0. 1—4. 1885. N^0. 1—2. Mathematisch-physische Classe. 1884. N^0. 1—2. 1885. N^0. 1—2. 8^0.

Vierteljahrsschrift der astronomischen Gesellschaft. Leipzig 1885. Jahrg. 20. Heft 1—2. 8^0.

Sitzungsberichte der naturforschenden Gesellschaft. Leipzig 1885. Jahrg. 11. 8^0.

Zoologischer Anzeiger. Leipzig 1885. Jahrg. 8. N^0. 198—204. 8^0.

R. Hoppe. Grunert's Archiv der Mathematik und Physik. Leipzig 1885. 2te Reihe. Theil II. Heft 3. 8^0.

Justus Perthes in Gotha. 1785—1885. 4^0.

Petermann's Mittheilungen aus Justus Perthes' geographischer Anstalt. Gotha 1885. Band XXXI. Heft 6—7. Ergänzungsheft. N^0. 78. 4^0.

Zeitschrift der Naturwissenschaften, herausgegeben im Auftrage des naturwissenschaftlichen Vereins für Sachsen und Thüringen. Halle a/S. 1885. 4te Folge. Band VI. Heft 2. 8^0.

Archiv des Vereins der Freunde der Naturgeschichte in Mecklenburg. Güstrow 1884. Jahr 38. 8⁰.

Abhandlungen der historischen Classe der kön. bayerischen Akademie der Wissenschaften. München 1885. Band XVII. Abth. 2. 4⁰.

Inhoud:

F. VON BEZOLD. Kaiser Rudolf II und die heilige Liga.
F. STIEVE Wittelsbacher Briefe aus den Jahren 1590 bis 1610. Abt. 1.

F. OEHLENSCHLAGER. Sage und Forschung. München 1885. Festrede. 4⁰.

Monumenta Tridentina. Beiträge zur Geschichte des Concils von Trient von A. VON DRUFFEL. München 1885. Heft 2. 4⁰.

K. OERTEL. Astronomische Bestimmung der Polhöhen auf den Punkten Irschenberg, Höhensteig und Kampenwand. München 1885. 4⁰.

Württembergische Jahrbücher für Statistik und Landeskunde. Stuttgart 1884—1885. Jahrg. 1884. Band I—II. roy. 8⁰.

Das Königreich Württemberg Eine Beschreibung von Land, Volk und Staat. Stuttgart 1885. Lief. 10—11. 8⁰.

Jahrbuch für Geschichte, Sprache und Litteratur Elsass-Lothringens, herausgegeben von dem historisch-litterarischen Zweigverein des Vogesen-Clubs. Strassburg 1885. Jahrg. 1. 8⁰.

LUXEMBURG.

Recueil des mémoires et des travaux publiés par la

Société botanique du grandduché de Luxembourg. 1885. N°. IX—X. 8°.

ZWITSERLAND.

Neue Denkschriften der allgemeinen schweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften. Zürich 1884. Band XXIX. Abth. 1. 4°.

Inhoud:

F. Mathey. Coupes géologiques des tunnels du Doubs.
O. Heer. Ueber die nivale Flora der Schweiz.
F. Beust. Untersuchung über fossile Hölzer aus Grönland.

Bulletin de la Société Vaudoise des sciences naturelles. Lausanne 1885. 2e Série. Vol. XXI. N°. 92. 8°.

Mittheilungen der naturforschenden Gesellschaft. Bern 1884. Heft 2. N°. 1083—1091. 8°.

ITALIË.

Atti della R. Accademia dei Lincei. Roma 1885. Serie 4a. Rendiconti. Vol. I. Fasc. 13—19. 4°.

G. Marini. Iscrizioni antiche doliari pubblicate da G. B. de Rossi con annotazioni del E. Dressel. Roma 1885. 4°.

Memorie della Accademia delle scienze dell' Istituto di Bologna. 1883. Serie 4a. Tomo V. 4°.

Inhoud:

L. Bombicci. Nuovi studi sulla poligenesi dei minerali e specialmente sull' isomorfismo.
C. Belluzzi. Centuria di parti prematuri artificiali provocati.
A. Righi. Ricerche sperimentali sul fenomeno di Hall particolarmente nel bismuto.

A. Righi. Anelli di Newton in movimento.

F. Verardini. Sulla patogenia dell' ulcero semplice a rotondo dello stomaco.

L. Calori. Dell' iniope e del sinoto, dei caratteri comuni e proprii de'varii sicefali e della loro genesi.

P. Predieri. Contributo allo studio della moderna antropologia ovvero la preminenza dimostrata della razza Etiopica sulla Caucasia.

F. P. Ruffini. Del moto di un punto in una superficie data.

L. Monti Studio antropologico sui crani dei delinquenti.

C. Taruffi Intorno ad un idiota cretinoide.

G. Cocconi e F Morini. Enumerazione dei funghi della provincia di Bologna

L. Foresti. Contribuzione alla conchiologia terziaria Italiana, 3a Memoria.

P. Loreta. La divulsione strumentale dell'esofago invece della gastrostomia.

G. Tizzoni. Sulle alterazioni istologiche del bulbo e dei vaghi che determinano il fenomeno di Cheyne-Stokes.

A. Saporetti Illustrazione del metodo di Gauss sulla determinazione di alcuni principali elementi delle orbite planetarie (eccentricita, parametro, longitudine del perielio sull'orbita) e nuovo metodo di soluzione.

V. Retali Sopra una serie particolare di coniche d'indice due.

C Razzaboni. Del moto oscillatoria dell' acqua in due vasi prismatici comunicanti per mezzo di un terzo tenendo conto della viscosita del liquido.

F. Morini. Saggio di una dispozione sistematica dei funghi viventi negli animali.

A. Porchiesi. Sopra una corrispondenza fra lo spazio non euclideo ed il piano euclideo.

G. Brugnoli. Sull' uso terapeutico della noce vomica nelle nevrosi della vita organica.

L. Bombicci. Considerazioni sopra la classificazione adottata per una collezione di litologia generale con quadri sinottici e catalogo sistematico.

S. Trinchese. Materiali per la storia naturale delle monere del golfo Napoli.

U. Dainelli. Sopra la velocita e l'accelerazione d'un punto soggetto ad una forza centrale.

L. Calori. Sulla esistenza di un grande wormiano nella fontanella

anteriore e di altre anomalie ossee dell' ovato facciale in un neonato deforme per gola lupina e microftalmia.

A. Cavazzi. Azione del gas idrogene fosforato sul tricloruro di bismuto.

G. Capellini. Il cretaceo superiore e il gruppo di Priabona nell Apennino settentrionale e in particolare nel Bolognese e loro rapporti col Grès de Celles in parte e con gli strati a Clavulina Szaboi

E. Beltrami. Sulla teoria dell' induzione magnetica secondo Poisson.

P. Riccardi. Cenni sulla storia della geodesia in Italia dalle prime epoche fin'oltre la metà del secolo XIX.

E. Villari. Ricerche sulle scariche interne ed esterne dei condensatori.

V. Collucci. Di un tumore elefantiaco in un bue e della neoformazione e riproduzione epiteliale.

A. Gotti. Sopra alcuni esperimenti di inoculazione carbonchiosa preservativa nei bovini.

S. Pincherle. Alcune osservazioni sugli ordini d'infinito delle funzioni.

P. Tommasoli. Contribuzione all' anatomia ed alla patologia dell epidermide studiata inalcuni suoi ispessimenti.

F. Morini. Di una nuova ustilaginea.

P. Boschi. Sopra il numero delle combinazioni di una classe data aventi una somma data.

Atti della R. Accademia delle scienze. Torino 1885. Vol. XX. Disp. 6. 8°.

Archivio per l'antropologia e la etnologia, pubblicato de P. Mantegazza. Firenze 1885. Vol. XV. Fasc. 1. 8°.

Annali della R. Scuola normale superiore. Pisa 1884. Vol. VII. 8°.

Giornale di scienze naturali ed economiche pubblicata della Societa di scienze naturali ed economiche. Palermo 1884. Vol. XVI. 4°.

Inhoud:

G. Di-Stefano. Sopra altri fossili del titonio inferiore di Sicilia.

P. CARDANI. Sopra alcune figure ottenute per elettrolisi.
A. RICCO. Riassunto delle osservazioni attrofisiche solari eseguite nel R. Osservatorio di Palermo.
T. ZONA. Coordinate geografiche e costruzione di una grande meridiana a tempo vero e madio in Castiglione Etneo.
M. LOJACONO. Sulla fecondazione autogamica e dicogamica nel regno vegetale.
G. DE LISA. Osservazioni ed osservatori sismici.
G. DI-STEVANO. Sui brachiopodi della zona con posidonomya Alpina di Monte Ucina, presso Galati.
G. G. GEMMELLARO. Su' fossili degli strati a terebratura aspasia della contrada Rocche Rosse presso Galati (provincia di Messina).
P. CARDANI. Sulla durata delle scariche rallentate.

Rendiconti del Circolo matematico di Palermo, Marzo 1884—Marzo 1885. 8°.

PORTUGAL.

Boletim da Sociedade de geographia de Lisboa. 1885. 4a Serie. N°. 12. 5a Serie N°. 1—2. 8°.

Prof. R. DE BOAVENTURA MARTINS PEREIRA. La rotation et le mouvement curviligne. Nouvelle théorie de l'attraction et de la répulsion des corps appliquée à la gravitation, à la gravité, à la cohésion et à l'affinité. Lisbonne 1885. 4°.

DENEMARKEN.

Mémoires de l'Académie royale de Copenhague. 1885. Classe des sciences. 6e Série. Vol. I. N°. 11. Vol. II. N°. 7. 4°.

Inhoud. Vol. I, N°. 11.

A. LEHMANN. Forsög paa en forklaring af synsvinklens indflydelse paa opfattelsen af lys og farve ved direkte syn (Résumé en français).

Vol. II. N°. 7.

L. LORENZ. Bestemmelse af kviksölvsöjlers elektriske ledningsmodstande i absolut elektromagnetisk maal.

Regesta diplomatica historiae Danicae, cura Societatis regiae scientiarum Danicae. Kjöbenhavn 1885. Series 2. Tomus I. Pars 4. 4°.

Oversigt over det kong. danske videnskabernes Selskabs forhandlinger i aaret 1884—1885. Kjobenhavn 1884. N°. 3. 1885. N°. 1. 8°.

Aarböger for nordisk oldkyndighed og historie, udgivne af det kong. nordiske oldskrift-Selskab. Kjobenhavn 1884. Hefte 3. 1885. Hefte 2. 8°.

Libri memoriales capituli Lundensis. Lunde domkapitels gaveböger og nekrologium udgivne af Selskabet for udgivelse af kilder til dansk historie. Kjobenhavn 1884. Hefte 1. 8°.

ZWEDEN EN NOORWEGEN.

Forhandlinger i videnskabs-Selskabet i Christiania. 1884. 1885. N°. 1, 3, 5—8, 10. 8°.

Publication der norwegischen Commission der Europäischen Gradmessung. Geodätische Arbeiten. Heft 4. Christiania 1885. 4°.

Vandstandsobservationer. Christiania 1885. Hefte 3. 4°.

J. LIEBLEIN. Gammelaegyptisk religion. Kristiania 1885. Del III. 8°.

Bulletin mensuel de l'Observatoire météorologique de l'Université d'Upsal. 1884. Vol. XVI. 4°.

RUSLAND.

Mémoires de l'Académie impériale des sciences. St. Pétersbourg 1884—1885. Tome XXXII. N°. 4—13. 4°.

Inhoud:

4. O. Backlund. Zur Entwickelung der Störungsfunction.
5. S. Nikitin. Die Fluss-Thäler des mittleren Russlands.
6. Ed. Lindemann. Helligkeitsmessungen der Bessel'schen Plejadensterne.
7. H. Struve. Studien über Blut.
8. A. Harkavy. Neu aufgefundene Hebräische Bibelhandschriften.
9. B. Sazepin. Ueber den histologischen Bau und die Vertheilung der nervösen Endorgane auf den Fühlern der Myriopoden.
10. A. Famintzin. Studiën über Krystalle und Krystallite.
11. H. Gyldén. Theoretische Untersuchungen über die intermediären Bahnen der Cometen in der nähe eines störenden Körpers.
12. P. Lesshaft. Des divers types musculaires et de la façon différente dont s'exprime la force active des muscles.
13. A. Farenetzky. Beiträge zur Craniologie der grossrussischen Bevölkerung der nördlichen und mittleren Gouvernements des europäischen Russlands.

D. A. Tolstoi. Ein Blick auf das Unterrichtswesen Russlands im XVIII Jahrhundert bis 1782. Aus dem Russischen übersetzt von P. v. Kügelgen. St. Petersburg 1884. 8°.

Annalen des physikalischen Central-Observatoriums. St. Petersburg 1884. Jahrg. 1883. Theil I—II. 4°.

Bulletin de la Société impériale des naturalistes. Moscou 1884. N°. 2. 8°.

Festrede zur Jahresfeier der Stiftung der Universität Dorpat am 12 December 1884. Dorpat 1885. 4°.

G. Loeschcki. Vermutungen zur Griechischen Kunstgeschichte und zur Topographie Athens. Dorpat 1884. 4°

G. APPING. Untersuchungen über die Trehalamanna. Dorpat 1885. 8⁰.

L. BERNSTEIN. Ein Beitrag zur Lehre von der puerperalen Involution des Uterus. Dorpat 1885. 8⁰.

E. BLESSIG. Eine morphologische Untersuchung über die Halswirbelsäule der Lacerta vivipara Jacq. Dorpat 1885. 8⁰.

L. BRÜHL. Untersuchungen über den Stand des Kindskopfes bei primi- und multigravidis und seine Eindrückbarkeit in den Beckenkanal als prognostisches Moment der Geburt. Dorpat 1885. 8⁰.

O. BUENGNER. Die Schussverletzungen der Arteria subclavia infraclavicularis und der Arteria axillaris. Dorpat 1885. 8⁰.

C. DAHLFELD. Der Werth der Jequirityophthalmie für die Behandlung des Trachoms. Dorpat 1885. 8⁰.

C. DEUBNER. Vergleichende Untersuchungen über die neueren Methoden zum Nachweis des Gallenfarbstoffes im Harn icterischer. Dorpat 1884. 8⁰.

J. DIETRICH. Das Verhalten des Aloin im Thierkörper. Dorpat 1885. 8⁰.

A. v. ENGELHARDT. Casuistik der Verletzungen der Arteria tibialis und der Arteria peronea, nebst einer Studie ueber die Blutung als Primaersymptom bei den Schussverletzungen dieser Arterien. Dorpat 1885. 4⁰.

J. FEITELBERG. Der Stand der normalen untern Lungenränder in den verschiedenen Lebensaltern nach den Ergebnissen der Percussion. Dorpat 1884. 8⁰.

B. GOLDENBERG. Untersuchungen über die Grössenverhältnisse der Muskelfasern des normalen sowie des atrophischen und des hypertrophischen Herzens des Menschen. Dorpat 1885. 8°.

R. GROEDINGER. Mittheilungen aus der syphilitischen Abtheilung des Hospitals zu Alexandershöhe bei Riga. Dorpat 1884. 8°.

W. GROHMANN. Ueber die Einwirkung des zellenfreien Blutplasma auf einige pflanzliche Microorganismen. Dorpat 1884. 8°.

A. HELLING. Ein Beitrag zur Blutkörperchenzählung bei chronisch-pathologischen Zuständen des menschlichen Organismus. Dorpat 1884. 8°.

H. VON HOLST. Zur Aetiologie der »Puerperalinfection" des Foetus und Neugeborenen. Dorpat 1884. 8°.

C. HORN. Experimentelle Beiträge zur physikalischen Diagnostik der Respirationsorgane. Dorpat 1884. 8°.

H. JOHANNSON. Ein experimenteller Beitrag zur Kenntniss der Ursprungsstätte der epileptischen Anfälle. Dorpat 1885. 8°.

A. KRUSCHE. Anatomische Untersuchungen über die Arteria obturatoria. Dorpat 1885. 8°.

F. KUPFFER. Analyse septisch inficirten Hundeblutes. Dorpat 1884. 8°.

A. KUSSMANOFF. Die Ausscheidung der Harnsäure bei absoluter Milchdiät. Dorpat 1885. 8°.

J. Müller. Untersuchungen über das Verhälten der Convolvulins und Jalapins im Thierkörper. Dorpat 1885. 8°.

V. Plotnikow. Untersuchungen über die Vasa vasorum. Dorpat 1884. 8°.

E. v. Radecki. Ein Beitrag zur schärferen Begriffsbestimmung der Maine. Dorpat 1885. 8°.

P. v. Rautenfeld. Ueber die Ausscheidung des Strychnins. Dorpat 1884. 8°.

G. Reinitz. Mittheilungen über einen bisher noch wenig bekannten Blasenwurm. Dorpat 1885. 8°.

G. Romm. Experimentell-pharmacologische Untersuchungen über das Evonymin. Dorpat 1884. 8°.

S. Salmonowitz. Beiträge zur Kenntniss der Alcaloide des Aconitum Lycoctonum. II. Myoctonin. Dorpat 1884. 8°.

J. v. Samson-Himmelstjerna. Ueber leukämisches Blut nebst Beobachtungen betreffend die Entstehung des Fibrinfermentes. Dorpat 1885. 8°.

P. Schröter. Anthropologischer Untersuchungen am Becken lebender Menschen. Dorpat 1884. 8°.

W. Steinfeld. Ueber die Wirkung des Wismuths auf den thierischen Organismus. Dorpat 1884. 8°.

J. Vierhuff. Ueber Anthrax intestinalis beim Menschen. Dorpat 1885. 8°.

B. Zieminski. Experimentelle und klinische Beiträge zur Frage über die Anwendung des Cocaïns in der Ophthalmologie. Dorpat 1884. 8°.

O. Zinoffsky. Ueber die Grösse des Haemoglobinmolecüls. Dorpat 1885. 8⁰.

A. Fridolin. Vergleichende Untersuchung der Gerbstoffe der Nymphaea alba und odorata, Nuphar luteum und advena, Caesalpinia coriaria, Terminalia chebula und Punica granatum. St. Petersburg (1884). 8⁰.

P. Nass. Ueber den Gerbstoff der Castanea vesca. Dorpat 1884. 8⁰.

J. Parfenow. Chemisch-pharmacognostische Untersuchung der braunen amerikanischen Chinarinden aus der Sammlung des pharmaceutischen Institutes der Universität Dorpat. Dorpat 1885. 8⁰.

A. Seidel. Studien über die Darstellung, Zusammensetzung und Eigenschaften des Sennits (Cathartomannits). Dorpat 1884. 8⁰.

G. Tammann. Ueber die Dampftensionen von Salzlösungen. Leipzig 1885. 8⁰.

W. Rothert. Vergleichend-anatomische Untersuchungen über die Differenzen im primären Bau der Stengel und Rhizome krautiger Phanerogamen. Dorpat 1885. 8⁰.

Th. Witram. Zur Berechnung der speciellen Störungen der kleinen Planeten. St. Petersburg 1885. 8⁰.

F. Knauer. Das Gobhilagrhyasūtra (Text nebst Einleitung). Dorpat 1884. 8⁰.

J. Lezius. De Plutarchi in Galba et Othone fontibus. Dorpati 1884. 8⁰.

R. Seeberg. Zur Geschichte des Begriffes der Kirche. Dorpat 1884. 8⁰.

E. VON STERN. Geschichte der Spartanischen und Thebanischen Hegemonie vom Königsfrieden bis zur Schlacht bei Mantinea. Dorpat 1884. 8°.

Meteorologische Beobachtungen des Tifliser physikalischen Observatoriums im Jahre 1883 und 1884. Tiflis 1885. 2 Dl. 4°.

Magnetische Beobachtungen des Tifliser physikalischen Observatorium im Jahre 1883. Tiflis 1885. 4°.

Beobachtungen der Temperatur des Erdbodens im Tifliser physikalischen Observatorium im Jahre 1881. Tiflis 1885. 4°.

RUMENIË.

Analele Academiei Romane. Bucuresci 1885. Seria 2. Tomulu VII. Sect. 1. 4°.

Documente privitore la istoria Romanilor, urmare la colectiunea lui L. DE HURMUZAKI. Bucuresci 1885. Supplement 1. Vol II. 1781—1814. 4°.

Etymologicum magnum Romaniae. Dictionarul Limbei istorice si poporane a Romanilor. Bucuresci 1885. Fasc. 1. (A—Acat). roy. 8°.

AZIË.

Registers of original observations, reduced and corrected at six places in India, December 1884 and Januari 1885. 4°.

Journal of the Asiatic Society of Bengal. Calcutta 1884. Vol. LIII. Part 1. N°. 2. Part 2. N°. 3. 8°.

Proceedings of the Asiatic Society of Bengal. Calcutta 1884. N°. 11. 1885. N°. 1. 8°.

Hand list of mollusca in the Indian Museum. Calcutta 1884. Part 2. Gastropoda. 8°.

Mittheilungen der deutschen Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens. Yokohama 1885. Heft 32. 4°.

F. Hirth. China and the Roman Orient: researches into their ancient and mediaeval relations as represented in old Chinese records. Shanghai 1885. 8°.

AMERIKA.

Smithsonian contributions to knowledge. Washington 1885. Vol. XXIV—XXV. 4°.

Inhoud. Vol. XXIV.

A. Caswell. Results of meteorological observations made at Providence R. J. extending over a period of forty-five years, from December 1831 to December 1876.

Ch. A. Schott. Tables and results of the precipitation, in rain and snow, in the United States; and at some stations in adjacent parts of North America, and in Central and South America.

Vol. XXV:

Ch. Rau. Prehistoric fishing in Europa and North America.

J. F. Bransford. Archaeological researches in Nicaragua.

E. D. Cope. On the contents of a bone cave in the island of Anguilla.

J. W. Powell. Second annual report of the bureau of ethnology to the secretary of the Smithsonian Institution. 1880—1881. Washington 1883. roy. 8°.

Memoirs of the National Academy of sciences. Washington 1884. Vol. II. 4°.

Inhoud:

Report of the eclipse expedition to Caroline Island, May 1883.
S. P. LANGLEY. Experimeutal determination of wave-lengths in the nuisible prismatic spectrum.
W. H. BREWER. On the subsidence of particles in liquids.
A. GRAHAM BELL. On the formation of a deaf variety of the human race.

Monographs of the United States geological survey. Washington 1882—1883. Vol. III—IV. 2 Dl. 4^0. Met Atlas in Plano.

Inhoud, Vol. III:

G. F. BECKER. Geology of the Comstock lode and the Washoe district, with Atlas.

Vol. IV:

E. LORD. Comstock mining and miners.

J. W. POWELL. Third annual report of the United States geological survey to the secretary of the Interior. 1881—82. Washington 1883. roy. 8^0.

Bulletin of the United States geological survey. Washington 1883– 1884. N^0. 2—6. 8^0.

Memoirs of the Boston Society of natural history. Boston 1884. Vol. III. N^0. 8—10. 4^0.

Inhoud:

8. H. AYERS. On the development of Oecanthus niveus and its parasite, Teleas.
9. S. H. SCUDDER. Two new and diverse types of carboniferous Myriapods. The species of Mylacris, a carboniferous genus of Cockroaches.
10. M. H. HINCKLEY. Notes on the peeping frog, Hyla Pickeringii, Leconte.

Proceedings of the Boston Society of natural history. Boston 1883—1884. Vol. XXII. Part 2—3. 8^0.

Proceedings of the American philosophical Society. Philadelphia 1884. Vol. XXI. N°. 116. 8°.

Register of papers published in the Transactions and Proceedings of the American philosophical Society. 8°.

Reports of the second geological Survey of Pennsylvania. Harrisburg 1876—1884. 36 Dl. 8°.

Journal of the American medical Association. Chicago 1885. Vol. IV. N°. 24—26. Vol. V. N°. 1—11. 4°.

Science. New York 1885. Vol. V. N°. 124—125. Vol. VI. N°. 126—136. roy. 8°.

Proceedings of the American Association for the advancement of science. Salem 1884. Vol. XXXII. 8°.

Transactions of the Connecticut Academy of arts and sciences. New Haven 1885. Vol. VI. Part 2. 8°.

American journal of science. New Haven 1884—1885. 3d Series. Vol XXVIII. N°. 168. Vol. XXIX. N°. 169—173. 8°.

Johns Hopkins University circulars. Baltimore 1885. Vol IV. N°. 40—41. 4°.

American journal of mathematics. Baltimore 1885. Vol. VII. N°. 4. 4°.

American chemical journal, edited by IRA REMSEN. Baltimore 1885. Vol. VII. N°. 2. 8°.

Studies from the biological Laboratory of John Hopkins University. Baltimore 1885. Vol. III. N°. 3. 8°.

American journal of philology, edited by B. L. GILDERSLEEVE. Baltimore 1885. Vol. VI. N°. 2. 8°.

Johns Hopkins University Studies in historical and political science. Baltimore 1885. 3d Series. N°. 4. 8—10. 8°.

1st, 4th, 7th, 9th, 10th, 11th and 12th Annual report of the geological and natural history Survey of Minnesota. Minneapolis 1872—1884. 7 Dl. 8°.

Bulletin of the Minnesota Academy of natural sciences. Winona 1883. Vol. II. N°. 4. 8°.

Transactions of the Wisconsin State agricultural Society. Madison 1878—1884. Vol. XVI, XVIII, XX—XXII. 5 Dl. 8°.

Ch. A. Ashburner. Brief description of the anthracite coal fields of Pennsylvania. 1884. 8°.
(Reprinted from the Proceedings of the Engineers Club of Philadelphia).

H. C. Lewis. Marginal kames. 8°.
(Reprinted from the Proceedings Academy of nat. sciences of Philadelphia, 1885).

J. D. Dana. Origin of coral reefs and islands. 8°.
(From the American journal of science. Vol. XXX).

Proceedings of the Canadian Institute. Toronto 1885. 3d Series. Vol. III. N°. 2. 8°.

The Canadian record of science. Montreal 1885. Vol. I. N°. 3. 8°.

Boletin del Ministerio de fomento de la republica Mexicana. Mexico 1885. N°. 43—72. fol.

El Ensayo medico. Caracas 1885. Ano II. Tomo I. N°. 28—29. 4°.

Anales de la Sociedad cientifica Argentina. Buenos-Aires 1885. Tomo XIX. Entr. 4—6. 8°.

Conférence faite au Muséum national en présence de l. l. M. M. impériales, le 4 Novembre 1884 par le Dr. L. Netto. Rio de Janeiro 1885. 8°.

AUSTRALIË.

Proceedings of the Linnean Society of N. S. W. Sydney 1885. Vol. IX. Part. 4. 8°.

Rules of the Linnean Society of N. S. W. and list of members. Sydney 1885. 8°.

F. de Mueller. Index perfectus ad Caroli Linnaei species plantarum, nempe earum primam editionem (Anno 1753). Melbourne 1880. 8°.

AANGEKOCHT.

Oud-Holland. Amsterdam 1885. Jaarg. 3. Afl. 1—2. 4°.

De Navorscher. Amsterdam 1885. Nieuwe Serie. Jaarg. 18. N°. 6—8. 8°.

Alphabetisch register op het Staatsblad van het koningrijk der Nederlanden van 1813—1884. 's Gravenhage 1885. Afl. 3—8. 8°.

Bibliotheca Belgica. Livr. 58—62. 8°.

Journal des savants. Paris, Juin— Aout 1885. 4°.

Annales des sciences naturelles. Paris 1884—1885. Zoologie. 6e Série. Tome XVIII. N°. 4—6. Botanie. 7e Série. Tome I. N°. 4—6. Tome II. N°. 1. 8°.

Archives de zoologie expérimentale et générale. Paris 1885. 2e Série. Tome III. N°. 3—4. 8°.

Bulletin des sciences mathématiques. Paris 1885. 2e Série. Tome IX. Juillet-Septembre. 8°.

Annales de chimie et de physique. Paris 1885. 6e Série. Tome V. Juillet-Août. Tome VI. Septembre. 8°.

The London, Edinburgh and Dublin philosophical magazine and journal of science. London 1885. 5th Series. Vol. XX. N°. 122—124. 8°.

Annals and magazine of natural history. London 1885. 5th Series. Vol. XVI. N°. 91—93. 8°.

Journal of anatomy and physiology, normal and pathological. London 1885. Vol. XIX. Part 4. 8°.

L. Stephen. Dictionary of national biography. London 1885. Vol. III. (Baker-Beadon). 8°.

Göttingische gelehrte Anzeigen. 1885. N°. 13—19. Nachrichten. N°. 5—7. 8°.

Ephemeris epigraphica, Corporis inscriptionum latinarum supplementum. Berolini 1885. Vol. VI. 8°.

Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft. Berlin 1885. Jahrg. 5. Band III. Heft 5—7. 8°.

Archiv für Naturgeschichte. Berlin 1884—1885. Jahrg. 50. Heft 5. Jahrg. 51. Heft 1—2. 8°.

Annalen der Physik und Chemie. Leipzig 1885. Neue Folge. Band XXV. Heft 3—4. Beiblätter. Band IX. St. 6—8. 8°.

Allgemeine deutsche Biographie. Leipzig 1885. Band XXI. (Maximilian I—Mixus). 8°.

Der zoologische Garten. Frankfurt a. M. 1885. Jahrg. 26. N°. 5—8. 8°.

Dinglers polytechnisches Journal. Stuttgart 1885. Band CCLVI. Heft 12—13. Band CCLVII. Heft 1—10. 8°.

Bibliothèque universelle et revue Suisse. Lausanne 1885. 3e Période. Tome XXVII. N°. 78—80. 8°.

Archives des sciences physiques et naturelles. Genève 1885. 3e Période. Tome XIII. N°. 6—8. 8°.

TEN GESCHENKE OF IN RUIL ONTVANGEN IN DE MAAND OCTOBER 1885.

NEDERLAND.

Koninklijk oudheidkundig Genootschap. Jaarverslag in de 27ste algemeene vergadering op Maandag 1 Juni 1885 uitgebracht door den Voorzitter Jhr. Dr. J. P. Six. 4°.

Catalogus van de bibliotheek der Vereenigde doopsgezinde Gemeente te Amsterdam. 1885. Deel I. 4°.

Archives du Musée Teyler. Haarlem 1885. 2e Série. Vol. II. Part. 2. 4°.

Inhoud:

J. Ritzema Bos. La mouche du Narcisse (Merodon equestris F.), ses métamorphoses, ses moeurs, les dégâts causés par ses larves et les moyens proposés pour la détruire.
E. van der Ven. Sur la manière dont la force électromotrice de la pile à oxyde de cuivre varie avec le régime.

J. Lorié. Contributions à la géologie des Pays-Bas. I. Résultats géologiques et paléontologiques des forages de puits à Utrecht, Goes et Gorkum. Haarlem 1885. 4°. (Extrait des Archives Teyler, 2e Série. Tome II.)

Tijdschrift uitgegeven door de Nederlandsche Maatschappij ter bevordering van Nijverheid. Haarlem 1885. 4e Reeks. Deel IX. Afl. 9. 8°.

Sammlungen des geologischen Reichsmuseums in Leiden. I. Beiträge zur Geologie Ost-Asiens und Australiens. Leiden 1885. Band III. Heft 4—5. 8°.

S. G. de Vries. Epistula Sapphus ad Phaonem apparatu critico instructa commentario illustrata et Ovidio vindicata. Lugduni-Bat. 1885. 8°.

Bijdragen tot de taal-, land- en volkenkunde van Nederlandsch-Indië, uitgegeven door het koninklijk Instituut voor de taal-, land- en volkenkunde van Nederlandsch-Indië. 's Gravenhage 1885. 4e Reeks. Deel X. St. 4. 8°.

B. F. Matthes. Boegineesche en Makassaarsche legenden. 's Gravenhage 1885. 8°.
(Overgedrukt uit de Bijdragen tot de taal-, land- en volkenk. v. N. I. 4e R. Dl. X.)

Werken der Vereeniging tot uitgave der bronnen van het oude vaderlandsche recht. 's Gravenhage 1885. 1ste Reeks. Deel VII. 8°.

Inhoud:

M. S. POLS. Westfriesche stadrechten. Deel II.

Verslag aan den Koning over de openbare werken in het jaar 1884. 's Gravenhage 1885. 4°.

Verslag aan den Koning van de bevindingen en handelingen van het veeartsenijkundig staatstoezicht in het jaar 1884. 's Gravenhage 1885. 4°.

Algemeen Nederlandsch Familieblad. Tijdschrift voor geschiedenis, geslacht-, wapen-, zegelkunde, enz. 's Gravenhage 1885. Jaarg. 2. N°. 9. 4°.

Jaarboek der Rijks-Universiteit te Utrecht, 1884—1885. Utrecht 1885. 8°.

Verslag van de lotgevallen der Universiteit in het studiejaar 1884—1885, uitgebracht den 15en September 1885 door Dr. N. W. P. RAUWENHOFF, bij het overdragen der waardigheid van Rector Magnificus aan Dr. J. A. WIJNNE. Utrecht 1885. 8°.

Mededeelingen en berichten der Geldersche Maatschappij van landbouw over 1885. N°. 2. Zutphen 1885. 8°.

Algemeen verslag gedaan te Groningen in de jaarlijksche vergadering van contribueerende leden. gehouden den 6 Juli 1885, wegens het Instituut voor Doofstommen. 8°.

J. G. FREDERIKS. Johan Lipperhey van Wesel, burger van Middelburg en uitvinder der verrekijkers. 8°. (Overgedrukt uit »de Tijdspiegel, 1885".)

Koninkrijk der Nederlanden. Statistiek van den in-, uit- en doorvoer over het jaar 1884. 1ste Gedeelte. 's Gravenhage 1885. fol.

Statistiek van het koninkrijk der Nederlanden. Nieuwe Serie. Staten van de in-, uit- en doorgevoerde voornaamste handelsartikelen gedurende de maand Augustus 1885. 's Gravenhage 1885. fol.

Verzamelingstabellen der waterhoogten langs de kusten van de Noordzee, Zuiderzee en de Nederlandsche rivieren, waargenomen in de maanden Mei en Juni 1885. fol.

Verzamelingstabellen der waterhoogten volgens de bladen der zelfregistreerende peilschalen, waargenomen in de maanden Mei en Juni 1885. fol.

NEDERLANDSCH OOST-INDIE.

Verhandelingen van het Bataviaasch Genootschap van kunsten en wetenschappen. Batavia 1885. Deel XLV. Afl. 1. 4°.

Inhoud:

Mandjau Ari, Minangkabausche vertelling vertaald door J. L. van der Toorn.

Tijdschrift voor Indische taal-, land- en volkenkunde, uitgegeven door het Bataviaasch Genootschap van kunsten en wetenschappen. Batavia 1885. Deel XXX. Afl. 3—4. 8°.

Notulen van de algemeene- en bestuursvergaderingen van het Bataviaasch Genootschap van kunsten en wetenschappen. Batavia 1885. Deel XXIII. Afl. 1. 8°.

Natuurkundig Tijdschrift voor Nederlandsch-Indië, uitgegeven door de koninklijke natuurkundige Vereeniging in Nederlandsch-Indië. Batavia 1885. Deel XLIV. 8°.

Catalogus der bibliotheek van de koninklijke natuurkundige Vereeniging in Nederlandsch-Indië. Batavia 1884. 8°.

Tijdschrift voor nijverheid en landbouw in Nederlandsch-Indië, uitgegeven door de Nederlandsch Indische Maatschappij van nijverheid en landbouw. Batavia 1885. Deel XXXI. Afl. 3. 8°.

P. H. VAN DER KEMP. Billiton-opstellen. N°. 1. 4°.

BELGIË.

Bulletin de l'Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique. Bruxelles 1885. 3e Série. Tome X. N°. 8. 8°.

Bulletin de l'Académie royale de médecine de Belgique. Bruxelles 1885. 3e Série. Tome XIX. N°. 8. 8°.

Annuaire statistique de la Belgique. Bruxelles 1885. Tome XV. roy. 8°.

Exposé de la situation du royaume de 1861 à 1875, publié par les soins de la Commission centrale de statistique. Bruxelles 1885. Vol. II. Fasc. 14. roy. 8°.

P. FREDERICQ. De Nederlanden onder Keizer Karel. Gent 1885. Dl. I. 8°.
(Uitgave van het Willems-Fonds. N°. 110).

FRANKRIJK.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences. Paris 1885. Tome CI. N°. 12—16. 4°.

Bulletin de l'Académie de médecine. Paris 1885. 2e Série. Tome XIV. N°. 38—42. 8°.

Bulletin de la Société zoologique de France. Paris 1885. Année 10. N°. 2—3. 8°.

Archives de médecine et de pharmacie militaires. Paris 1885. Tome V. 8°.

Journal d'hygiène. Paris 1885. 11e Année. Vol. X. N°. 470, 472—475. 4°.

Mission scientifique au Mexique et dans l'Amérique centrale. Recherches historiques et archéologiques. 1e Partie. Histoire. Introduction par M. E. T. Hamy. Mémoire sur la peinture didactique et l'écriture figurative des anciens Mexicains par M. Aubin. Paris 1885. gr. 4°.

Mission scientifique au Cap Horn. 1882—1883. Tome II. Météorologie par J. Lephay. Paris 1885. 4°.

M. Pols. Les rôles d'Oléron et leurs additions. Paris 1885. 8°.

Saint-Lager. Recherches historiques sur les mots plantes males et plantes femelles. Paris 1884. 8°.

Mémoires de l'Académie des sciences, belles-lettres et arts de Lyon. Paris-Lyon 1885. Classe des sciences. Vol. XXVII. Classe des lettres. Vol. XXI—XXII. roy. 8°.

Mémoires de la Société nationale des sciences naturelles et mathématiques de Cherbourg. Paris-Cherbourg 1884. Tome XXIV. 8°.

Catalogue de la bibliothèque de la Société nationale des sciences naturelles et mathématiques de Cherbourg. 1883. 2e Partie. Livr. 3. 8°.

Revue agricole, industrielle, littéraire et artistique. Valenciennes 1885. Tome XXXVIII. N°. 9. 8°.

Revue de botanique. Bulletin mensuel de la Société Française de botanique. Lucante 1885. Tome IV. N°. 39—40. 8°.

GROOT BRITTANNIË EN IERLAND.

Proceedings of the royal geographical Society. London 1885. New Series. Vol. VII. N°. 10. 8°.

Journal of the royal microscopical Society. London 1885. 2d Series. Vol. V. Part 5. 8°.

Journal of the royal Asiatic Society of Great-Britain and Ireland. London 1885. New Series. Vol. XVII. Part 3. 8°.

Transactions of the clinical Society. London 1884. Vol. XVII. 8°.

Astronomical and magnetical and meteorological observations made at the royal Observatory, Greenwich, in the year 1883. London 1885. 4°.

Catalogue of 4810 stars for the epoch 1850; from observations made at the royal Observatory, Cape of Good Hope during the years 1849 to 1852 under the direction of TH. MACLEAR. Reduced and published under the direction of D. Gill. 8°.

Proceedings of the literary and philosophical Society of Liverpool. 1884. Vol. XXXVIII. 8°.

OOSTENRIJK.

Jahrbuch der kais. kön. geologischen Reichsanstalt. Wien 1885. Band XXXV. Heft 1—3. 8°.

Verhandlungen der kais. kön. geologischen Reichsanstalt. Wien 1885. N°. 1—9. 8°.

Mittheilungen des Vereines der Aerzte in Steiermark. Graz 1885. Vereinsjahr 21. 8°.

DUITSCHLAND.

Neues lausitzisches Magazin. Im Auftrage der oberlausitzischen Gesellschaft der Wissenschaften Görlitz 1885. Band LXI. Heft 1. 8°.

Zoologischer Anzeiger. Leipzig 1885. Jahrg. 8. N°. 205—207. 8°.

Vierteljahrsschrift der astronomischen Gesellschaft. Leipzig 1885. Jahrg. 20. Heft 3 8°.

Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg. Stuttgart 1885. Jahrg. 41. 8°.

ZWITSERLAND.

Verhandlungen der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft in Luzern. 1884. Jahresbericht 1883/4. 8°.

Compte rendu des travaux présentés à la 67e session de la Société helvétique des sciences naturelles réunie a Lucerne. 1884. Genève 1884. 8°.

Mittheilungen der naturforschenden Gesellschaft in Bern aus dem Jahre 1884. Bern 1885. N°. 1092—1118. 8°.

ITALIE.

Atti della reale Accademia dei Lincei. Roma 1885. Serie 4ª. Rendiconti. Vol. 1. Fasc. 20 – 22. 4°.

Correspondance de René-François de Sluse, publiée pour la première fois et précédée d'une introduction par C. Le Paige. Rome 1885. 4°.

Memorie di matematica e di fisica della Societa Italiana della scienze. Napoli 1885. Serie 3. Tomo V. 4°.

Atti della Societa Toscana di scienze naturali. Processi Verbali. Vol. IV. Adunanza del 28 Giugno 1885. 8°.

PORTUGAL.

J. F. J. Biker. Collecçao de tratados e concertos de pazes que o estado da India Portugueza fez com os reis e senhores com quem teve relaçoes nas partes da Asia e Africa oriental desde o principio da conquista até ao fim do seculo XVIII. Lisboa 1885. Tomo VII. 8°.

R. Ortigão. A Hollanda. Porto. z.j. 4°.

DENEMARKEN.

Aarböger for nordisk oldkyndighed og historie, udgivne af det kong. nordiske oldskrift Selskab. Kjöbenhavn 1885. Hefte 3. 8°.

ZWEDEN EN NOORWEGEN.

Nova acta regiae Societatis scientiarum Upsaliensis. Upsaliae 1885. Serei 3. Vol. XII. Fasc. 2. 4°.

Inhoud:

A. G. Högbom. Marche des isothermes en automne dans le nord de l'Europe.
G. Dillner. Sur le développement d'une fonction analytique pour un contour de convergence qui renferme des infinis uniformes comme seuls points critiques.
J. E. Areschoug. Observationes phycologicae. P. V: de Laminariaceis nonnullis.
A. Söderblom. Sur les fonctions elliptiques ξ ($\varkappa$).
N. Lindskog. Ueber die Drehung eines starren Körpers, auf den keine Kräfte wirken, um einen festen Punkt.
R. Thalén. Sur le spectre de fer, obtenu à l'aide de l'arc électrique.
N. Ekholm et K. L. Hagström. Mesures des hauteurs et des mouvements de nuages.

H. Hildebrand Hildebrandsson. Rapport au comité météorologique international. Upsala 1885. 8°.

Den Norske nordhavs-expedition 1876—1878. N°. XIV. Zoologi. Crustacea. 4°.

RUSLAND.

Bulletin de l'Académie impériale des sciences. St. Pétersbourg 1885. Tome XXX. N°. 2. 4°.

Verslagen van het keiz. aardrijkskundig Genootschap. St. Petersburg 1885. Deel XXI. N°. 3. 8°.
(In het Russisch).

Bulletin de la Société impériale des naturalistes. Moscou 1885. Année 1884. N°. 3. 8°.

Acta Societatis scientiarum Fennicae. Helsingforsiae 1885. Tomus XIV. 4°.

Inhoud:

L. Lindelöf. Statistiska beräkningar angaende Finska civilstatens enke- och pupillkassa.

E. J. Bonsdorff. Am angina diphteritica, med hufvudsakligt afseende a dess rationella behandling, jemte redogörelse för en begränsad epidemi af denna sjukdom a Eriksberg i Muurla kapell ar 1881.
A. Ahlquist. Unter Wogulen und Ostjaken. Reisebriefe und ethnographische Mittheilungen.
O. Kihlman. Zur Entwickelungsgeschichte der Ascomyceten.
H. Mellin. Om en ny klass af transcendenta funktioner, hvilka äro nära beslägt ade med gammafunktionen, I.
E. Hjelt. Ueber zwei neue lactongebende ungesättigte Säuren.
E. Bonsdorff. Bestimmung von reducirten Systemen ternärer Formen.
E. J. Bonsdorff. Fysiologiska betraktelser öfver den närmaste orsaken till epilepsin jemte redogörelse för nagra af mig betraktade fall af denna sjukdom.
F. Elfving. Ueber den Transpirationsstrom in den Pflanzen.
A. F. Sundell. Ueber eine Modification der Töpler-Hagen'schen Quecksilberluftpumpe.
O. M. Reuter. Monographia Anthocoridarum orbis terrestris.

Öfversigt af Finska vetenskaps-Societetens forhandlingar. Helsingfors 1884. N°. 26. 8°.

Bidrag till kännedom af Finlands natur och folk, utgifna af Finska vetenskaps-Societeten. Helsingfors 1884—1885. Häftet 39—42. 8°.

Korrespondenzblatt des Naturforscher-Vereins zu Riga 1882. N°. 25. 8°.

Beobachtungen der Temperatur des Erdbodens im Tifliser physikalischen Observatorium in den Jahren 1882 und 1883. Tiflis 1885. 2 Dl. 8°.

AFRIKA.

Bulletin de la Société khédiviale de géographie. Le Caire 1885. 2e Série. N°. 7. 8°.

AZIË.

Indian meteorological memoirs. Calcutta 1885. Vol. II. Part 4. fol.

Register of original observations in 1885, reduced and corrected at six places in India. Februari—April 1885. fol.

H. H. Remfry. Patents. India, Ceylon, Straits-settlements, and Hong-Kong. Information and forms. Calcutta 1885. 8°.

Administration report of the meteorological reporter to the government of Madras, for the year 1884—85. Madras 1885. 8°.

Mittheilungen der deutschen Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ost-Asiens. Yokohama 1885. Heft 33. 4°.

Observations and researches made at the Hongkong Observatory in the year 1884 by W. Doberck. Hongkong 1885. fol.

AMERIKA.

Monographs of the U. S. geological Survey. Washington 1883—1885. Vol. V—VIII. 4°.

Inhoud, Vol. V:

R. Duer Irving. The copper-bearing rocks of Lake Superior.

Vol. VI:

W. M. Fontaine. Contributions to the knowledge of the older mesozoic flora of Virginia.

Vol. VII:

J. Story Curtis. Silver-lead deposits of Eureka, Nevada.

Vol. VIII:

Ch. Doolittle Walcott. Paleontology of the Eureka district.

Report of the Commissioner of agriculture for the year 1884. Washington 1884. 8°.

Memoirs of the American Academy of arts and sciences. Cambridge 1885. Vol. X. N°. 3. Vol. XI. Part 2. N°. 1. 4°.

Inhoud, Vol. X. N°. 3:

A. AGASSIZ. Embryology of the Ctenophorae.

Vol. XI. Part 2. N°. 1:

A. AGASSIZ The Tortugas and Florida reefs.

Proceedings of the American Academy of arts and sciences. Boston 1885. New Series. Vol. XII. 8°.

Proceedings of the American philosophical Society. Philadelphia 1885. Vol. XXII. Part 1—3. 8°.

H. CARVILL LEWIS. A great trap dyke across southeastern Pennsylvania. 8°.
(Read before the American philosophical Society, May 15, 1885).

American journal of science. New Haven 1885. 3d Series. Vol. XXIX—XXX. N°. 174—176. 8°.

Science. Cambridge 1885. Vol. VI. N°. 137—142. roy. 8°.

Journal of the American medical Association. Chicago 1885. Vol. V. N°. 12—15. 4°.

American journal of mathematics. Baltimore 1885. Vol. VIII. N°. 1. 4°.

Bulletin of the Minnesota Academy of natural sciences. Minneapolis 1885. Vol. II. N°. 5. 8°.

Natural history of New-York. Palaeontology. Vol. V. Part 1. Lamellibranchiata 1. Containing descriptions and figures of the Monomyaria of the Upper Helderberg, Hamilton and Chemung groups. Albany 1884. 4°.

Documents relating to the colonial history of the state of New-York. Albany 1883. Vol. XIV. 4°.

Annals of the New-York Academy of sciences. New-York 1884. Vol. III. N°. 3—6. 8°.

95th—97th Annual report of the board of regents of the University of the state of New-York. Albany 1882—1884. 3 Dl. 8°.

65th – 66th Annual report of the trustees of the New-York State library for the years 1882 and 1883. Albany 1883—1884. 2 Dl. 8°.

Report of the regents of the University on the boundaries of the state of New-York. Albany 1884. Vol. II. 8°.

33d—37th Annual report of the State Museum of natural history. Albany 1880 – 1884. 5 Dl. 8°.

W. H. Bailey. The opportunities of the medical profession and their demands. Syracuse 1881. 8°. (Reprinted from the Transactions of the medical Society of New-York for 1881).

The Canadian record of science. Montreal 1885. Vol. I. N°. 4. 8°.

Boletin del Ministerio de fomento de la republica Mexicana. Mexico 1885. Tomo X. N°. 73—84. fol.

AUSTRALIË.

Proceedings of the Linnean Society of N. S. W. Sydney 1885. Vol. X. Part 1. 8°.

AANGEKOCHT.

De Navorscher. Amsterdam 1885. Nieuwe Serie. Jaarg. 18. N°. 9. 8°.

Journal des savants. Paris, Septembre 1885. 4°.

Bulletin des sciences mathématiques. Paris 1885. 2e Série. Tome IX. Octobre. 8°.

Annales de chimie et de physique. Paris 1885. 6e Série. Tome VI. Octobre. 8°.

The London, Edinburgh, and Dublin philosophical magazine and journal of science. London 1885. 5th Series. Vol. XX. N°. 125. 8°.

Annals and magazine of natural history. London 1885. 5th Series. Vol. XVI. N°. 94. 8°.

Report of the 53th meeting of the British Association for the advancement of science, held at Southport in September 1883. London 1884. 8°.

Dictionary of national biography, edited by L. STEPHEN. London 1885. Vol. IV. (Beal-Biber). 8°.

Mittheilungen aus dem kais. Gesundheitsamte. Berlin 1884. Band I—II. 4°.

Veröffentlichungen des kais. Gesundheitsamtes. Berlin 1885. N°. 1—16. 4°.

Arbeiten aus dem kais. Gesundheitsamte. Berlin 1885. Band I. Heft 1—2. 4°.

Göttingische gelehrte Anzeigen. 1885. N°. 20—21. Nachrichten. N°. 8. 8°.

Annalen der Physik und Chemie. Leipzig 1885. Neue Folge. Band XXVI. Heft 1. Beiblätter. Band IX. St. 9. 8°.

W. Burckhardt. Traité de la lumiere où sont expliquées les causes de ce qui luy arrive dans la reflexion et dans la refraction et particulierement dans l'étrange refraction du cristal d'Islande. Avec un discours de la cause de la pesanteur par monsieur Christian Huyghens Lipsiae (1885). 8°.

Der zoologische Garten. Frankfurt a./M. 1885. Jahrg. 26. N°. 9. 8°.

Dingler's polytechnisches Journal. Stuttgart 1885. Band CCLVII. Heft 11--13. Band CCLVIII. Heft 1. 8°.

Bibliothèque universelle et revue Suisse. Lausanne 1885. 3e Période. Tome XXVII. N°. 81. 8°.

Archives des sciences physiques et naturelles. Genève 1885. 3e Période. Tome XIV. N°. 9—10. 8°.

TEN GESCHENKE ONTVANGEN VAN DEN HEER

C. A. J. A. OUDEMANS.

H. LUDEN. Reise Sr. Hoheit des Herzogs Bernhard zu Sachsen-Weimar-Eisenach durch Nord-Amerika in den jahren 1825 und 1826. Weimar 1828. 2 Dl. 8°.

C. R. MARKHAM. Travels in Peru and India while superintending the collection of chinchona plants and seeds in South-America, and their introduction into India. London 1862. 8°.

Catalogus van de levende en gedroogde planten, afbeeldingen van planten en beschrijvingen der flora, uitmakende de 5e klasse der afdeeling Nederlandsche Koloniën van de Internationale koloniale en uitvoerhandel tentoonstelling (van 1 Mei tot ultimo October 1883) te Amsterdam. Leiden 1883. 8°.

Catalogus der afdeeling Nederlandsche Koloniën van de Internationale koloniale en uitvoerhandel tentoonstelling te Amsterdam. 3e Groep. Amsterdam 1883. 8°.

Neu-Süd-Wales. Fortschritt und Hulfsquellen. Amsterdam 1883. 8°.

Abhandlung über die Colonie Victoria (Australien). Melbourne (1883). 8°.

Catalogue of exhibits in the Victorian Court. Melbourne (1883). 8°.

New South Wales its progress and resources, and official catalogue of exhibits from the colony forwarded to

the International, colonial and export trade exhibition at Amsterdam. Sydney 1883. 8°.

Resenã de la flora del Archipelago Filipino. Manila 1883. 8°.

TEN GESCHENKE OF IN RUIL ONTVANGEN IN DE MAAND NOVEMBER 1885.

NEDERLAND.

Volksalmanak voor het jaar 1886, uitgegeven door de Maatschappij tot nut van 't algemeen. Amsterdam. 8°.

De Volksvlijt, tijdschrift voor nijverheid, landbouw, handel en scheepvaart. Amsterdam 1885. N°. 3—6. 8°.

Nieuwe bijdragen voor rechtsgeleerdheid en wetgeving. Amsterdam 1885. Nieuwe Reeks. Deel X. 8°.

Rechtsgeleerd bijblad, behoorende tot de Nieuwe bijdragen voor rechtsgeleerdheid en wetgeving. Amsterdam 1884. Nieuwe Reeks. Deel X. 2 Dl. 8°.

Tijdschrift uitgegeven door de Nederlandsche Maatschappij ter bevordering van Nijverheid. Haarlem 1885. 4e Reeks. Deel IX. N°. 10. 8°.

Verslag van den staat der Sterrenwacht te Leiden en van de aldaar volbrachte werkzaamheden, in het tijdvak van den 16den September 1884 tot den 15den September 1885, uitgebracht door H. G. van de Sande Bakhuijzen. Leiden 1885. 8°.

Het Haagsch Genootschap tot verdediging van de christelijke godsdienst. Gedenkschrift van zijn honderdjarig bestaan, 1785—1885. Leiden 1885. 8°.

Tijdschrift van het koninklijk Instituut van ingenieurs, 1885-1886. 's Gravenhage 1885. Afl. 1. 1ste Ged. Afl. 2. 2de Ged. 4°.

Tijdschrift voor entomologie, uitgegeven door de Nederlandsche entomologische Vereeniging. 's Gravenhage 1885. Deel XXVIII. Afl. 3. 8°.

Mededeelingen betreffende het zeewezen. 's Gravenhage 1885. Deel XXV. Afl. 6. 8°.
(Uitgegeven door het Departement van Marine).

Algemeen Nederlandsch familieblad. Tijdschrift voor geschiedenis, geslacht-, wapen-, zegelkunde, enz. 's Gravenhage 1885. Jaarg. 2. N°. 10. 4°.

J. M. J. Hoog. De martelaren der hervorming in Nederland tot 1566. Schiedam 1885. Academisch proefschrift. 8°.

H. van Cappelle Jr. Het karakter van de Nederlandsch-Indische tertiaire fauna. Sneek 1885. Academisch proefschrift. 8°.

Koninkrijk der Nederlanden. Statistiek van den in-, uit- en doorvoer over het jaar 1884. 2de Gedeelte. 's Gravenhage 1885. fol.

Statistiek van het koninkrijk der Nederlanden. Nieuwe Serie. Staten van de in-, uit- en doorgevoerde voornaamste handelsartikelen gedurende de maand September 1885. 's Gravenhage 1885. fol.

Verzamelingstabel der waterhoogten langs de kusten

van de Noordzee, de Zuiderzee en de Nederlandsche rivieren, waargenomen in de maand Juli 1885. fol.

Verzamelingstabel der waterhoogten volgens de bladen der zelfregistreerende peilschalen, waargenomen in de maand Juli 1885. fol.

NEDERLANDSCH OOST-INDIË.

Geneeskundig tijdschrift voor Nederlandsch-Indië, uitgegeven door de Vereeniging tot bevordering der geneeskundige wetenschappen in Nederlandsch-Indië. Batavia 1885. Deel XXV. Afl. 2. 8°.

Tijdschrift voor nijverheid en landbouw in Nederlandsch-Indië, uitgegeven door de Nederlandsch-Indische Maatschappij van nijverheid en landbouw. Batavia 1885. Deel XXXI. Afl. 4. 8°.

Annales du Jardin botanique de Buitenzorg. Leide 1885. Vol. II. Part 2. Vol. V. Part. 1. 8°.

BELGIË.

Bulletin de l'Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique. Bruxelles 1885. 3e Série. Tome X. N°. 9—10. 8°.

Bulletin de l'Académie royale de médecine de Belgique. Bruxelles 1885. 3e Série. Tome XIX. N°. 9. 8°.

F. Plateau. Recherches expérimentales sur la vision chez les insectes. — Les insectes distinguent-ils la forme des objets? Bruxelles 1885. 8°.
(Extrait des Bulletins de l'Académie royale de Belgique. 3e Série. Tome X).

Jaarboek van het Willems-Fonds. Verslagen over het bestuursjaar 1885. Gent 1885. 8°.

FRANKRIJK.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences. Paris 1885. Tome CI. N°. 17—20. 4°.

Bulletin de l'Académie de médecine. Paris 1885. 2e Série. Tome XIV. N°. 43—46. 8°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de la Société de biologie. Paris 1885. 8e Série. Tome II. N°. 29—36. 8°.

Journal d'hygiène. Paris 1885. 11e Année. Vol. X. N°. 476—479. 4°.

Annales de la Faculté des lettres de Bordeaux. Paris 1885. 2e Série. Année 1885. N°. 2. 8°.

F. Plateau. Expériences sur le rôle des palpes chez les arthropodes maxillés. — 1e Partie. Palpes des insectes broyeurs. Meulan 1885. 8°.
(Extrait du Bulletin de la Société zoologique de France. Tome X).

GROOT-BRITTANNIË EN IERLAND.

Philosophical Transactions of the royal Society. London 1882. Vol. CLXXIII. Part 2. 4°.

Inhoud:

F. M. Balfour and W. N. Parker. On the structure and development of Lepidosteus.
W. Kitchen Parker. On the development of the skull in Lepidosteus osseus.

J. J. Thomson. On the vibrations of a vortex ring, and the action upon each other of two vortices in a perfect fluid.

H. Debus. Chemical theory of gunpowder.

R. T. Glazebrook. On the refraction of plane polarized light at the surface of a uniaxal crystal.

J. W. Dawson. On the results of recent explorations of erect trees containing animal resistance in the coal-formation of Nova-Scotia.

Rayleigh. Experiments to determine the value of the British Association unit of resistance in absolute measure.

W. Bevan Lewis. On the comparative structure of the brain in rodents.

Monthly notices of the royal astronomical Society. London 1885. Vol. XLV. N°. 9. 8°.

Proceedings of the royal geographical Society. London 1885. New Series. Vol. VII. N°. 11. 8°.

Journal of the anthropological Institute of Great Britain and Ireland. London 1885. Vol. XV. N°. 2. 8°.

Proceedings of the scientific meetings of the zoological Society for the year 1885. London 1885. Part 3. 8°.

Proceedings of the Cambridge philosophical Society. Cambridge 1885. Vol. V. Part 4. 8°.

OOSTENRIJK.

Zeitschrift des Ferdinandeums für Tirol und Vorarlberg. Innsbrück 1885. 3de Folge. Heft 29. 8°.

Lotos. Jahrbuch für Naturwissenschaft, im Auftrage des Vereines »Lotos" herausgegeben. Prag 1885. Neue Folge. Band VI. 8°.

DUITSCHLAND.

Sitzungsberichte der kön. preussischen Akademie der Wissenschaften. Berlin 1885. N°. 1—39. roy. 8°.

Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medicin. Berlin 1885. Band CI. Heft 3. Band CII. Heft 1. 8°.

Ergebnisse der Beobachtungsstationen an den deutschen Küsten über die physikalischen Eigenschaften der Ostsee und Nordsee und die Fischerei. Berlin 1885. Jahrg. 1884. Heft 10—12. 4°. Oblong.

62ster Jahresbericht der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur. Breslau 1884. roy. 8°.

R. Hoppe. Grunert's Archiv der Mathematik und Physik. Leipzig 1885. 2te Reihe. Theil II. Heft 4. Theil III. Heft 1. 8°.

Zoologischer Anzeiger. Leipzig 1885. Jahrg. 8. N°. 208—209. 8°.

Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft, herausgegeben von der medicinisch-naturwissenschaftlichen Gesellschaft. Jena 1885. Band XIX. Heft 1. 8°.

Abhandlungen der naturforschenden Gesellschaft. Halle a/S. 1885. Band XVI. Heft 3. 4°.

Inhoud:

G. Kraus. Ueber die Blüthenwärme bei Arum italicum. 2te Abhandlung.

——— Botanische Mittheilungen.

Bericht über die Sitzungen der naturforschenden Gesellschaft zu Halle im Jahre 1884. Halle 1884. 8°.

Petermann's Mittheilungen aus Justus Perthes' geographischer Anstalt. Gotha 1885. Band XXXI. N°. 8—10. Ergänzungsheft N°. 79. 4°.

Catalogus collectionis palaeontologicae in agro Aquisgranensi collecta à M. H. de Bey. Par C. Ubaghs. Aquisgrani 1885. 8°.

Sitzungsberichte der mathematisch-physikalischen Classe der kön. bayerischen Akademie der Wissenschaften. München 1885. Heft 2—3. 8°.

Sitzungsberichte der philosophisch-philologischen und historischen Classe der kön. bayerischen Akademie der Wissenschaften. München 1885. Heft 2—3. 8°.

3ter bis 8er Bericht des botanischen Vereins in Landshut über die Vereinsjahren 1869—1881. Landshut 1871—1882. 6 Dl. 8°.

J. Hofmann. Flora des Isar-Gebietes von Wolfratshausen bis Deggendorf enthaltend eine Aufzählung und Beschreibung der in diesem Gebiete vorkommenden wild wachsenden und allgemein kultivierten Gefässpflanzen. Landshut 1883. 8°.
(Herausgegeben vom botanischen Verein in Landshut).

ZWITSERLAND.

Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft. Basel 1885. Theil VII. Heft 3. 8°.

ITALIË.

Atti della reale Accademia dei Lincei. Roma 1885. Serie 4. Rendiconti. Vol. I. Fasc. 23—24. 4°.

Memorie del reale Istituto Lombardo di scienze e lettere. Milano 1885. Classe di lettere e scienze morali e politiche. Vol. XV. Fasc. 2. 4°.

Inhoud:

C. Ferrini. Studi sul legatum optionis.
A. Buccellati. Esposizione critica del progetto di codice penale Italiano.

Reale Istituto Lombardo di scienze e lettere. Rendiconti. Milano 1884. Serie 2. Vol. XVII. 8°.

Mittheilungen aus der zoologischen Station zu Neapel. Leipzig 1885. Band VI. Heft 2. 8°.

PORTUGAL.

Boletim da Sociedade de geographia. Lisboa 1885. 5ª Serie. N°. 3—4. 8°.

J. F. J. Biker. Collecção de tratados e concertos de pazes que o estado da India Portugueza fez com os reis e senhores com quem teve relações nas partes da Asia e Africa oriental desde o principio da conquista até ao fim do seculo XVIII. Lisboa 1885. Tomo VIII. 8°.

ZWEDEN EN NOORWEGEN.

Sveriges geologiska undersökning. Beskrifning till kartbladet Hvetlanda, Trolleholm, Furusund, Radmansö, Grundkallegrundet. Stockholm 1885. 8°. Met kaarten. Plano.

Sveriges geologiska undersökning. Afhandlingar och uppsatser. Stockholm 1885. N°. 67—77. 8°. en 4°.

Upsala Universitets årsskrift. Upsala 1884. 8°.

RUSLAND.

Verslagen van het keiz. aardrijkskundig Genootschap. St. Petersburg 1885. Deel XXI. N°. 4. 8°. (In het Russisch).

Mémoires du Comité géologique. St. Pétersbourg 1885. Vol. I. N°. 4. Vol. II. N°. 2. Vol. III. N°. 1. 4°.

Inhoud. Vol. I. N°. 4.

J. Mouschketoff. Aperçu géologique du district de Lipetzk et des sources minérales de la ville de Lipetzk.

Vol. II. N°. 2:

Carte géologique générale de la Russie, feuille 93. Partie occidentale. Kamyschin, composée et expliquée par J. Sintzov.

Vol. III. N°. 1:

Th. Tschernyschew. Die Fauna des untern Devon am West-Abhange des Urals.

Bulletin du Comité géologique. St. Pétersbourg 1885. N°. 5—6. 8°.
(In het Russisch).

RUMENIË.

L. von Hurmuzaki. Fragmente zur Geschichte der Rumänen. Bucuresci 1885. Band IV. 8°.

AZIË.

Report on the meteorology of India in 1883 bij H. F. Blanford. Calcutta 1885. 9th Year. fol.

AMERIKA.

Index-Catalogue of the library of the Surgeon-general's office U. S. Army. Washington 1885. Vol. VI. (Heastie-Insfelot). 4°.

Proceedings of the Academy of natural sciences. Philadelphia 1885. Part 2. 8°.

Johns Hopkins University circulars. Baltimore 1885. Vol. V. N⁰. 42 – 44. 4⁰.

American chemical journal, edited by IRA REMSEN. Baltimore 1885. Vol. VII. N⁰. 3. 8⁰.

Johns Hopkins University. Studies from the biological laboratory. Baltimore 1885. Vol. III. N⁰. 4. 8⁰.

Science. New-York 1885. Vol. VI. N⁰. 142—145. roy. 8⁰.

Journal of the American medical Association. Chicago 1885. Vol V. N⁰. 16—19. 4⁰.

Boletin del Ministerio de fomento de la republica Mexicana. Mexico 1885. Tomo X. N⁰. 85—93. fol.

El Ensayo medico. Caracas 1885. Ano 2. Tomo II. N⁰. 47—49. 4⁰.

AUSTRALIË.

Journal and Proceedings of the royal Society of N. S. W. for 1885. Sydney 1885. Vol. XVIII. 8⁰.

Proceedings of the Linnean Society of N. S. W. Sydney 1885. Vol. X. Part 2. 8⁰.

Transactions and Proceedings of the royal Society of Victoria. Melbourne 1885. Vol. XXI 8⁰.

Map shewing the site of Melbourne and the position of the huts and buildings previous to the foundation of the township by Sir RICHARD BOURKE in 1837. Plano.

AANGEKOCHT.

Oud-Holland. Amsterdam 1885. Jaarg. 3. Afl. 3. 4°.

De Navorscher. Amsterdam 1885. Nieuwe Serie. Jaarg. 18. N°. 10. 8°.

Journal des savants. Paris, Octobre 1885. 4°.

Bulletin des sciences mathématiques. Paris 1885. 2e Série. Tome IX. Novembre. 8°.

Annales des sciences naturelles. Paris 1885. 6e Série. Zoologie. Tome XIX. N°. 1. 8°.

Annales de chimie et de physique. Paris 1885. 6e Série. Tome VI. Novembre. 8°.

The London, Edinburgh, and Dublin philosophical magazine and journal of science. London 1885. 5th Series. Vol. XX. N°. 126. 8°.

Annals and magazine of natural history. London 1885. 5th Series. Vol. XVI. N°. 95. 8°.

Journal of anatomy and physiology, normal and pathological. London 1885. Vol. XX. Part 1. 8°.

Veröffentlichungen des kais. Gesundheitsamtes. Berlin 1885. N°. 17—20. roy. 8°.

Göttingische gelehrte Anzeigen. 1885. N°. 22—23. Nachrichten. N°. 9. 8°.

Annalen der Physik und Chemie. Leipzig 1885. Neue Folge. Band XXVI. Heft 2. Beiblätter. Band IX. St. 10. 8°.

Der zoologische Garten. Frankfurt a.M. 1885. Jahrg. 26. N°. 10. 8°.

Sach-Register zum zoologischen Garten. Jahrg. 1—20. Bearbeitet von M. SCHMIDT. Frankfurt a.M. 8°.

Dingler's polytechnisches Journal. Stuttgart 1885. Band CCLVIII. Heft 4—7. 8°.

Bibliothèque universelle et revue Suisse. Lausanne 1885. 3e Période. Tome XXVIII. N°. 82. 8°.

TEN GESCHENKE OF IN RUIL ONTVANGEN IN DE MAAND DECEMBER 1885.

NEDERLAND.

Nederlandsch Tijdschrift voor Geneeskunde. Amsterdam 1885. Jaarg. 21. Afd. 2. Afl. 2. 4°.

Archives Néerlandaises des sciences exactes et naturelles, publiées par la Société Hollandaise des Sciences. Harlem 1885. Tome XX. Livr. 3. 8°.

Archives du Musée Teyler. Harlem 1885. 2e Série. Vol. II. Part. 3. roy. 8°.

Inhoud:

J. LORIÉ. Contributions à la géologie des Pays-Bas. I. Résultats géologiques et paléontologiques des forages de puits à Utrecht, Goes et Gorkum.

Fondation Teyler. Catalogue de la Bibliothèque. Harlem 1885. Livr. 1—2. roy. 8°.

Tijdschrift uitgegeven door de Nederlandsche Maatschappij ter bevordering van Nijverheid. Haarlem 1885. 4e Reeks. Deel IX. Afl. 11. 8°.

Alphabetisch Register op de handelingen, congres-verslagen en mededeelingen van de Nederlandsche Maatschappij ter bevordering van Nijverheid over de jaren 1857—1884. Haarlem 1885. 8°.

Handelingen en mededeelingen van de Maatschappij der Nederlandsche Letterkunde te Leiden, over het jaar 1885. Leiden 1885. 8°.

Levensberichten der afgestorvene medeleden van de Maatschappij der Nederlandsche Letterkunde. Leiden 1885. 8°.

10de Jaarverslag omtrent het zoölogisch Station der Nederlandsche dierkundige Vereeniging, uitgebracht door de Commissie voor het zoölogisch Station op de vergadering van 1 November 1885. Leiden 1885. 8°.

Nederlandsch-Chineesch Woordenboek met de transcriptie der Chineesche karakters in het Tsiang-Tsiu dialekt, bewerkt door G. Schlegel. Leiden 1885. Deel I. Afl. 3. roy. 8°.

(Uitgegeven met ondersteuning van het Ministerie van Koloniën).

R. H. van Dorsten. Theorie der kromming van lijnen op gebogen oppervlakken. Leiden 1885. Academisch proefschrift. 4°.

D. E. Siegenbeek van Heukelom. Pathologisch bindweefsel. Leiden 1885. Academisch proefschrift. 8°.

Verslag aan den Koning van de bevindingen en han-

delingen van het geneeskundig Staatstoezicht in het jaar 1884. 's Gravenhage 1885. 4°.

Waterbouwkunde door N. H. Henket, Ch. M. Schols en J. M. Telders. 's Gravenhage 1885. Deel III. 2de Ged. Afl. 5. Deel IV. Afl. 5. 8°. Met platen. fol.

Berichten en mededeelingen der Vereeniging voor Lijkverbranding te 's Gravenhage. 1885. N°. 4. 8°.

Algemeen Nederlandsch Familieblad. Tijdschrift voor geschiedenis, geslacht-, wapen-, zegelkunde, enz. 's Gravenhage 1885. 2de Jaarg. N°. 11. 4°.

Aanwinsten van het munt-, penning- en zegelkabinet van het Friesch Genootschap voor Geschiedenis en Oudheidkunde (1 Juli 1884—1 Juli 1885). 8°.

Jaarboek der Rijks-Universiteit te Groningen, 1884—1885. Groningen 1885. 8°.

Statistiek van het koninkrijk der Nederlanden. Nieuwe Serie. Staten van de in-, uit- en doorgevoerde voornaamste handelsartikelen gedurende de maand October 1885. 's Gravenhage 1885. fol.

Verzamelingstabellen der waterhoogten langs de kusten van de Noordzee, de Zuiderzee en de Nederlandsche rivieren, waargenomen in de maand Augustus 1885. fol.

Verzamelingstabellen der waterhoogten volgens de bladen der zelfregistreerende peilschalen, waargenomen in de maand Augustus 1885. fol.

BELGIË.

A. Preudhomme de Borre. Analyse de deux travaux

récents de M. M. SCUDDER et CH. BRONGNIART sur les articulés fossiles. 8°.
(Extrait des comptes-rendus de la Société entomologique de Belgique, 1885).

Natura, maandschrift voor natuurwetenschappen, uitgegeven door het natuurwetenschappelijk Genootschap. Gent 1885. 3de Jaarg. Afl. 8—9. 8°.

FRANKRIJK.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Paris 1885. Tome CI. N°. 21—23. 4°.

Bulletin de l'Académie de Médecine. Paris 1885. 2e Série. Tome XIV. N°. 47—49. 8°.

Journal d'Hygiène. Paris 1885. 11e Année. Vol. X. N°. 480—482. 8°.

GROOT BRITTANNIË EN IERLAND.

Proceedings of the royal Society. London 1885. Vol. XXXIX. N°. 239. 8°.

Monthly notices of the royal astronomical Society. London 1885. Vol. XLVI. N°. 1. 8°.

Proceedings of the royal geographical Society. London 1885. New Series. Vol. XII. N°. 12. 8°.

Journal of the royal microscopical Society. London 1885. 2d Series. Vol. V. N°. 6. 8°.

Report on the scientific results of the voyage of H. M. S. Challenger during the years 1873—76. London 1885. Zoology. Vol. XII. 4°.

Transactions of the clinical Society. London 1885. Vol. XVIII. 8°.

Proceedings of the philosophical Society. Glasgow 1885. Vol. XVI. 8°.

Proceedings of the royal physical Society. Edinburgh 1885. Session 1884—85. Vol. VIII. Part 2. 8°.

OOSTENRIJK. — HONGARIJE.

Mittheilungen der anthropologischen Gesellschaft. Wien 1885. Band XV. Heft I. 4°.

Földtani Közlöny. Geologische Mittheilungen. Zeitschrift der ungarischen geologischen Gesellschaft. Budapest 1885. Kötet XV. Füzet 6—10. 8°.

Die kön. ungarische geologische Anstalt und deren Ausstellungs-Objecte. Zu der 1885 in Budapest abgehaltenen allgemeinen Ausstellung gesammelt von J. Böckh. Budapest 1885. 8°.

A magyar kiralyi földtani intézet es ennek kiallitasi targyai. Az 1885 evi Budapesti általános kiállitás alkalmából összeallitotta J. Böckh. Budapest 1885. 8°.

DUITSCHLAND.

Zoologischer Anzeiger. Leipzig 1885. Jahrg. 8. N°. 210—211. 8°.

ITALIE.

Atti della reale Accademia dei Lincei. Roma 1885. Serie 4a. Rendiconti. Vol. I. Fasc. 25. 4°.

Archivio per l'antropologia e la etnologia. Firenze 1885. Vol. XV. Fasc. 2. 8°.

Atti della Societa Toscana di scienze naturali. Pisa 1885. Memorie. Vol. VI. Fasc. 2. 8°.

PORTUGAL.

Boletim da Sociedade de geographia. Lisboa 1885. 5ª Serie. N°. 5. 8°.

B. Aranha. Subsidios para a historia do jornalismo nas provincias ultramarinas Portuguezas. Lisboa 1885. 8°.

RUSLAND.

Verslagen van het keiz. aardrijkskundig Genootschap. St. Petersburg 1885. Deel XXI. N°. 5. 8°. (In het Russisch).

RUMENIË.

L. de Hurmuzaki. Documente privitore la istoria Romanilor. Bucuresci 1885. Vol. V. Partea 1. 4°.

J. U. Jarnik si A. Barseanu. Doine si strigaturi din ardeal date la ivealĕ. Bucuresci 1885. 8°.

G. Sbiera. Codicele Voronetean cu un vocalulariu si studiu asupra lui. Cernaut 1885. 4°.

AMERIKA.

Annual report of the board of regents of the Smithsonian Institution showing the operations for the year 1883. Washington 1885. 8°.

4th Annual report of the U. S. geological Survey to the secretary of the Interior 1882—'83 by J. W. Powell. Washington 1884. 4°.

Science. New-York 1885. Vol. VI. N°. 146—148. roy. 8°.

Journal of the American medical Association. Chicago 1885. Vol. V. N°. 20—22. 4°.

American chemical Journal, edited by Ira Remsen. Baltimore 1885. Vol. VII. N°. 4. 8°.

American Journal of Philology, edited by B. L. Gildersleeve. Baltimore 1885. Vol. VI. N°. 3. 8°.

Boletin del Ministerio de fomento de la republica Mexicana. Mexico 1885. Tomo X. N°. 94—97. fol.

AUSTRALIË.

Annual report of the department of mines, N. S. W. for the year 1884. Sydney 1885. fol.

AANGEKOCHT.

De Navorscher. Amsterdam 1885. Nieuwe Serie. Jaarg. 18. Afl. 11. 8°.

Bibliotheca Belgica. Livr. 53—56. 8°.

La grande encyclopédie. Inventaire raisonné des sciences, des lettres et des arts. Paris 1885. Livr. 1. 4°.

Journal des savants. Paris, Novembre 1885. 4°.

Annales des Sciences naturelles. Paris 1885. 6e Série. Zoologie. Tome XIX. N°. 2—3. 8°.

Bulletin des Sciences mathématiques. Paris 1885. 2e Série. Tome IX. Décembre. 8°.

Annales de Chimie et de Physique. Paris 1885. 6e Série. Tome VI. Décembre. 8°.

P. Pierret. Explication des monuments de l'Egypte et de l'Éthiopie édités par C. R. Lepsius. Paris 1885. Livr. 1. 8°.

The London, Edinburgh and Dublin philosophical Magazine and Journal of Science. Paris 1885. 5th Series. Vol. XX. N°. 127. 8°.

Annals and Magazine of natural History. London 1885. 5th Series. Vol. XVI. N°. 96. 8°.

Veröffentlichungen des kais. Gesundheitsamtes. Berlin 1885. Jahrg. 9. N°. 21—23. 4°.

Göttingische gelehrte Anzeigen. 1885. N°. 24. 8°.

Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft. Berlin 1885. Band III. Heft 8. 8°.

Archiv für Naturgeschichte. Berlin 1885. Jahrg. 51. Heft 3. 8°.

Annalen der Physik und Chemie. Leipzig 1885. Neue Folge. Band XXVI. Heft 3. Beiblätter. Band IX. St. 11. 8°.

Journal für Ornithologie. Leipzig 1885. Jahrg. 33. Heft 3. 8°.

Der zoologische Garten. Frankfurt a/M. 1885. Jahrg. 26. N°. 11. 8°.

Dingler's polytechnisches Journal. Stuttgart 1885. Band CCLVIII. Heft 8—10. 8°.

Archives des sciences physiques et naturelles. Genève 1885 3e Période. Tome XIV. N°. 11. 8°.

TEN GESCHENKE OF IN RUIL ONTVANGEN IN DE MAAND JANUARI 1886.

NEDERLAND.

Bouwkundig Tijdschrift, uitgegeven door de Maatschappij tot bevordering der Bouwkunst. Amsterdam 1885. Deel V. St. 2—4. fol.

Verslagen van de 51ste en 52ste algemeene vergaderingen der Maatschappij tot bevordering der Bouwkunst. Amsterdam 1885. fol.

Afbeeldingen van oude bestaande gebouwen, uitgegeven door de Maatschappij tot bevordering der Bouwkunst. Amsterdam 1885. Afl. 26. fol.

Bijdragen van het statistisch Instituut. Amsterdam 1885. N°. 3. 8°.

Een katholieke partij. Proeve van een program door Dr. H. J. A. M. Schaepman, beoordeeld door Mr. J. Verwer. Amsterdam 1883. 8°.

J. Verwer. Geen katholieke partij. Antwoord aan Dr. H. J. A. M. Schaepman. Amsterdam 1884. 8°.

Jaarboek van het mijnwezen in Nederlandsch Oost-Indië. Amsterdam 1885. Jaarg. 14. 2de Gedeelte. 8°. (Uitgegeven door het Ministerie van Koloniën).

Tijdschrift uitgegeven door de Nederlandsche Maatschappij ter bevordering van Nijverheid. Haarlem 1885. 4e Reeks. Deel IX. N°. 12. 8°.

Koloniaal Museum te Haarlem. Beschrijvende Catalogus, tevens handleiding tot de kennis der voortbrengselen van de Nederlandsche overzeesche gewesten. Haarlem 1886. Deel III. 8°.

Flora Batava. Leiden 1885. Afl. 271—272. 4°.

Bijdragen tot de taal-, land- en volkenkunde van Nederlandsch-Indië, uitgegeven door het koninklijk Instituut voor de taal-, land- en volkenkunde van Nederlandsch-Indië. 's Gravenhage 1886. 5de Reeks. Deel I. Afl. 1. 8°.

Tijdschrift voor Entomologie, uitgegeven door de Nederlandsche entomologische Vereeniging. 's Gravenhage 1885. Deel XXVIII. Afl. 4. 8°.

Bijdragen voor vaderlandsche geschiedenis en oudheidkunde, uitgegeven door R. Fruin. 's Gravenhage 1886. 3e Reeks. Deel III. St. 1. 8°.

Algemeen Nederlandsch Familieblad. Tijdschrift voor geschiedenis, geslacht-, wapen-, zegelkunde, enz. onder leiding van A. A. Vorsterman van Oyen. 's Gravenhage 1885. Jaarg. 2. Afl. 12. 4°.

L. Ph. C. van den Bergh. Het Rijks-Archief te 's Gravenhage. (1885). 8°.

Nota over de waarneming van het slibgehalte in de Nederlandsche rivieren en stroomen gedurende de jaren 1883 en 1884. 's Gravenhage 1885. 2 Dl. 4°.

Waterbouwkunde door N. H. Henket, Ch. M. Schols en J. M. Telders. 's Gravenhage 1885. Deel II. Afl. 4. Deel III. Afl. 6. Deel III. 2de Gedeelte. Afl. 6. 8°. Met platen. fol.

J. L. van Hasselt en W. L. Jens. Het Evangelie van Marcus, vertaald in de Noefoorsche taal. Utrecht 1885. 8°.

M. J. van Baarda. Tweede Leesboekje voor de scholen op Halmaheira. Utrecht 1885. 8°.

Statistiek van het Koninkrijk der Nederlanden. Nieuwe Serie. Staten van de in-, uit- en doorgevoerde voornaamste handelsartikelen gedurende de maand November 1885. 's Gravenhage 1885. fol.

NEDERLANDSCH OOST-INDIË.

Tijdschrift voor Indische taal-, land- en volkenkunde, uitgegeven door het Bataviaasch Genootschap van kunsten en wetenschappen. Batavia 1885. Deel XXX. Afl. 5. 8°.

Notulen van de algemeene- en bestuursvergaderingen van het Bataviaasch Genootschap van kunsten en wetenschappen. Batavia 1885. Deel XXIII. Afl. 2. 8°.

Tijdschrift voor nijverheid en landbouw in Nederlandsch-Indië, uitgegeven door de Nederlandsche Maatschappij van nijverheid en landbouw. Batavia 1885. Deel XXXI. Afl. 5. 8°.

P. H. van de Kemp. Billiton opstellen. N°. II. 4°.

Observations made at the magnetical and meteorological Observatory. Batavia 1885. Vol. VI. Part 1—2. fol.

J. H. F. Sollewijn Gelpke. Ontwerp van eene landrente-ordonnantie. Batavia 1885. roy. 8°.

———————— Gegevens voor een nieuwe landrente-regeling. Eindresumé der onderzoekingen bevolen bij gouv. besluit van 23 Oct. 1879. N°. 3. Batavia 1885. roy. 8°.

B E L G I Ë.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des beaux-Arts de Belgique. Bruxelles 1885. 3e Série. Tome X. N°. 11—12. 8°.

Annuaire de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des beaux-Arts de Belgique. Bruxelles 1886. 52e Année. 8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique. Bruxelles 1885. 3e Série. Tome XIX. N°. 10—13. 8°.

Bulletin du Musée royal d'histoire naturelle de Belgique. Bruxelles 1885. Tome IV. N°. 1. 8°.

Natura, Maandschrift voor natuurwetenschappen, uitgegeven door het natuurwetenschappelijk Genootschap. Gent 1885. Jaarg. 3. Afl. 10. 8°.

FRANKRIJK.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Paris 1885—1886. Tome CI. N°. 24—26. Tome CII. N°. 1—3. 4°.

Mémoires de l'Académie des Sciences. Paris 1883. Tome XLII. 4°.

Inhoud:

E. et H. Becquerel. Mémoires sur la température de l'air à la surface du sol, et de la terre jusqu'à trente-six mètres de profondeur; ainsi que sur la température de deux sols, l'un dénudé, l'autre couvert de gazon, pendant les années 1878, 1879 et 1880.

H. de Lacaze-Duthiers. Histoire de la Laura Gerardiae, type nouveau de crustacé parasite.

E. Chevreul. Mémoire sur la vision des couleurs matérielles en mouvement de rotation et des vitesses numériques de cercles, dont une moitié diamétrale est colorée et l'autre blanche, vitesses correspondant à trois périodes de leur mouvement à partir de l'extrême vitesse jusqu'au repos. — Considérations générales sur les méthodes scientifiques *a posteriori* de Newton et à la méthode *a priori* de Leibnitz.

Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des Sciences. Paris 1883—1884. Tome XXVII—XXVIII. 4°.

Inhoud, Tome XXVII:

H. Tresca. Mémoire sur le rabotage des métaux.

G. Darboux. Mémoire sur les solutions singulières des équations aux dérivées partielles du premier ordre.

F. Lucas. Mémoire sur les vibrations calorifiques des solides homogènes.

Haton de la Goupillière. Recherche de la brachistochrone d'un corps pesant en égard aux résistances passives.

St. Meunier. Recherches expérimentales sur le mode de formation de divers minéraux météoritiques.

D. CODAZZI. Memoire relatif à l'application des surfaces les unes sur les autres.

C. STEPHANOS. Mémoire sur les faisceaux de formes binaires ayant une même jacobienne.

Tome XXVIII.

HALPHEN. Mémoire sur la réduction des équatiöns différentielles linéaires aux formes intégrales.

GRAEFF. Mémoire sur les expériences relatives à l'écoulement des eaux, faites au réservoir du Furens.

A. BÉCHAMP. Mémoire sur les matières albuminoïdes.

SERRE. La Trière athénienne.

J. N. HATON DE LA GOUPILLIÈRE. Problème inverse des brachistochrones.

Recueil de mémoires, rapports et documents relatifs à à l'observation du passage de Vénus sur le soleil. Paris 1884—1885. Tome III. Partie 2—?. 3 Dl. 4⁰.

Mémoires de l'Académie des Inscriptions et belles-Lettres. Paris 1883—1884. Tome XXX. Part. 2. Tome XXXI. Part. 1—2. 4⁰.

Inhoud: Tome XXX. Part 2;

TH. H. MARTIN. Mémoires sur l'histoire des hypothèses astronomiques chez les Grecs et les Romains.

B. HAURÉAU. Mémoire sur un commentaire des Métamorphoses d Ovide.

E. LE BLANT. Les actes des martyrs (Supplément aux Acta sincera de Dom Ruinart).

B HAURÉAU. Mémoire sur le Liber de Viris illustribus attribué à Henri de Gand.

DELOCHE. Renseignements archéolologiques sur la transformation du C guttural du latin en une sifflante.

—— Le moyennage en Gaule au nom de l'empereur Maurice Tibère. Ses rapports avec l'expédition du prétendant Gondowald (an 583—585).

P. CH. ROBERT. Sur la prétendue restauration du pouvoir de Maurice Tibère dans la Province et sur les monnaies qui en seraient la preuve.

Tome XXXI;

Histoire de l'Académie des inscriptions et belles-lettres pendant les années 1874—1879.

CH. TISSOT. Recherches sur la campagne de César en Afrique.

B. HAURÉAU. Mémoire sur quelques chanceliers de l'église de Chartres.

H. WEIL. Mémoire sur un parchemin grec de provenance égyptienne.

B. HAURÉAU. Les propos de maître Robert de Sorbon.

RIANT. La donation de Hugues, marquis de Toscane, au Saint-Sépulcre et les établissements latins de Jérusalem.

Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Inscriptions et belles-Lettres. Paris 1883—1884. 1e Série (Sujets divers d'érudition). Tome IX. Partie 2. 2e Série (Antiquités de la France). Tome VI. 1e Partie. 4°.

Inhoud. Tome IX. Partie 2, (1e Série);

CH. TISSOT. Le bassin du Bagrada et la voie romaine de Carthage à Hippone par Bulla regia.

V. PROU. Les théatres d'automates en Grèce au IIe sièele avant l'ère chrétienne d'après les ΑΥΤΟΜΑΤΟΠΟΙΙΚΑ d'Héron d'Alexandrie.

J. DE BERTOU. La topographie de Tyr d'après les derniers explorateurs.

E. CUQ. Mémoire sur le consilium principis d'Auguste à Dioclétien.

Tome VI, 1e Partie, (2e Série);

E. MOLINIER. Etude sur la vie d'Arnoul d'Audrehem, maréchal de France.

Notices et extraits des manuscrits de la Bibliothèque nationale et autres bibliothèques Paris 1883—1884. Tome XXIV. Partie 1. Tome XXVI. Partie 1. Tome XXXI. Partie 1. 4°,

Inhoud, Tome XXIV. Partie 1;

G. Maspero. Mémoire sur quelques papyrus du Louvre.
H. Zotenberg. Chronique de Jean, évêque de Nikiou.

Tome XXVI, Partie 1;

Ibnel-Beïthar. Traité des simples.

Tome XXXI, Partie 1;

L. Delisle. Notice sur deux livres ayant appartenu au roi Charles V.
— — Notice sur un manuscrit mérovingien de la Bibliothèque royale de Belgique N°. 9850—9852.
Ch. Fierville. Notice et extraits des manuscrits de la Bibliothèque de Saint-Omer N°. 115 et 710.
L. Delisle. Notice sur les manuscrits disparus de la Bibliothèque de Tours pendant la première moitié du XIXe siècle.
————— Notice sur plusieurs manuscrits de la Bibliothèque d'Orléans.
V. Prou. Les ressorts-battants de la chirobaliste d'Héron d'Alexandrie, d'après les expériences de 1878 et suivant la théorie qui en a été déduite en 1882.

Corpus inscriptionum semiticarum ab Academia inscriptionum et litterarum humaniorum conditum atque digestum. Parisiis 1883. Pars 1a. Inscriptiones Phoenicas continens. Tomus I. Fasc. 2a. fol.

Mémoires de l'Académie des sciences morales et politiques. Paris 1883—1884. Tome XIV. Partie 1—2. 4°.

Bulletin de l'Académie de Médecine. Paris 1885—1886. 2e Série. Tome XIV. N°. 50—52. Tome XV. N°. 1—3. 8°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de la Société de biologie. Paris 1885—1886. Série 8. Tome II. N°. 37—44. Tome III. N°. 1. 8°.

Bulletin de la Société philomatique. Paris 1885. 7e Série. Tome IX. N°. 3—4. 8°.

Ministère de la Guerre. Bibliothèque du dépôt de la Guerre. Catalogue. Paris 1885. Tome III. 8°.

Catalogue de la Bibliothèque de l'Ecole polytechnique. Paris 1881. 8°.

Oeuvres choisies de A. J. LETRONNE, assemblées, mises en ordre et augmentées d'un index par E. FAGNAN. Paris 1885. 3e Série. (Archéologie et philologie). Tome II. 8°.

Johannis Burchardi Argentinensis diarium sive rerum urbanarum commentarii (1483—1506). Texte latin publié d'après les manuscrits de Rome, de Paris et de Florence avec introduction, notes, appendices, tables et index par L. THUASNE. Paris 1885. Tome III. 8°.

L. FIGUIER. Le théatre scientifique. Paris 1886. 8°.

Journal d'hygiène. Paris 1885—1886. Année 11. Vol. X. N°. 483—484. Année 12. Vol. XI. N°.485—487. 4°.

Note sur les récents voyages du Dr. H. TEN CATE dans l'Amérique du Sud. Paris 1886. 4°.

Annales du Musée Guimet. Paris 1885. Tome VIII. 4°.

Inhoud:

Le Yi: King ou livre des changements de la dynastie des Tsheou, traduit par P. L. F. PHILASTRE. 1e Partie.

Revue de l'histoire des religions. Paris 1885. Nouvelle Série. Tome XI. N°. 3. Tome XII. N°. 8°.

Annales du Musée d'histoire naturelle. Zoologie. Travaux du Laboratoire de Zoologie marine. Marseille 1882—1883. Tome I. Partie 1—2. 4°.

Inhoud:

A. F. MARION. Esquisse d'une topographie zoologique du golfe de Marseille.

———————— Considérations sur les faunes profondes de la Méditerranée, d'après les dragages opérés du large des côtes méridionales de France.

R. KOEHLER Recherches sur les Échinides des côtes de Provence.

A. KOWALEVSKY et A. F. MARION. Documents pour l'histoire embryogénique des Alcyonaires.

A KOWALEVSKY. Embryogénie du Chiton Polii (Philippi) avec quelques remarques sur le développement des autres Chitons.

ET. JOURDAN. Recherches sur l'histologie des Holothuriens.

A. KOWALEVSKY. Etude sur l'embryogénie du Dentale.

P. GOURRET. Sur les Péridiniens du golfe de Marseille.

Mémoires de la Société des Antiquaires de Picardie. Paris-Amiens 1885. 3e Série. Tome VIII. 8°.

Bulletin historique de la Société des Antiquaires de la Morinie. St. Omer 1885. Nouvelle Série. Livr. 135. 8°.

Mémoires de la Société d'émulation de Cambrai. 1885. Tome XL. 8°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, belles-Lettres et Arts de Savoie. Chambéry 1885. 3e Série. Tome VII. 8°.

GROOT BRITTANNIË EN IERLAND.

Monthly notices of the royal astronomical Society. London 1885. Vol. XLVI. N°. 2. 8°.

Proceedings of the royal geographical Society. London 1886. New Series. Vol. VIII. N°. 1. 8°.

Transactions and proceedings of the botanical Society. Edinburgh 1885. Vol. XV. Part 2 8°.

OOSTENRIJK. — HONGARIJE.

Verhandlungen der kais.-kön. zoölogisch-botanischen Gesellschaft. Wien 1886. Band XXXV. 2te Halbjahr. 8°.

Mittheilungen des naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark. Graz 1885. Jahrg. 1884. 8°.

Mathematische und naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn, redigirt von J. Fröhlich. Budapest 1885. Band II. 8°.

Ungarische Revue, herausgegeben von P. Hunfalvy und G. Heinrich. Budapest 1885. N°. 1—7. 8°.

Magyar tudom. Akademiai Almanach. Budapest 1885. 8°.

Bulletin de l'Académie nationale Hongroise des sciences. (Florence 1884) N°. 1—3. 8°.

Ertekezesek a mathematikai tudomanyok köreböl. Budapest 1884. Kötet XI. Szam 1—9. 8°.

Ertekezesek a nyelv-és szep tudomanyok köreböl. Budapest 1884. Kötet XI. Szam 11—12. Kötet XII. Szam 1—5. 8°.

Ertekezesek a termeszet tudomanyok köreböl. Budapest 1884. Kötet XIV. Szam 1—8. 8°.

Ertekezesek a törtenelmi tudomanyok köreböl. Budapest 1884. Kötet XI. Szam 7—10. Kötet XII. Szam 1—2, 4. 8°.

Ertekezesek a tarsadalmi tudomanyok köreböl. Budapest 1885. Kötet VII. Szam 8—9. 8°.

Ertekezesek a nemzetgazdasagtan es statisztika köreböl. Budapest 1885. Kötet II. Szam 6. 8⁰.

A magyar tudom. Akademia elhunt tagjai fölött tartott Emlekbeszedek. Budapest 1884. Kötet II. Szam 3—10. Kötet III. Szam 1—2. 8⁰.

A magyar tudom. Akademia Ertesitöje. Budapest 1884. Evfolyam XVIII. Szam 3—7. Evfolyam XIX. Szam 1—2. 8⁰.

Mathematikai es termeszettudomanyi Ertesitö. Budapest 1884. Kötet III. Füzet 1—5. 8⁰.

Mathematikai es termeszettudomanyi Közlemenenyek. Budapest 1883—1884. Kötet XVIII—XIX. 8⁰.

Nyelvtudomanyi Közlemenyek. Budapest 1884. Kötet XVIII. Füzet 2—3. Kötet XIX. Füzet 1. 8⁰.

Nyelvemlektar. Regi magyar codexek es nyomtatvanyok. Budapest 1884. Kötet XI—XII. 8⁰.

J. Lipp. A keszthelyi sirmezök. Budapest 1884. 4⁰.

A magyar tudom. Akademia Evkönyvei. Budapest 1884. Kötet XVII. Darab 2. 4⁰.

J. Krusper. Legtüneti eszleletek. Budapest 1885. Kötet II. 4⁰.

K. Pulszky. Archaeologiai Ertesitö. Budapest 1884. Kötet IV—V. roy. 8⁰.

K. Szabo. Regi magyar Könyvtar. Budapest 1885. Kötet II. roy. 8⁰.

Monumenta comitialia regni Transsylvaniae. Budapest 1884. Kötet X. 8⁰.

Codex diplomaticus Hungaricus Andegavensis. Budapest 1884. Kötet IV. 8⁰.

J. Szinnyei. Hazai es killföldi folyoiratok magyar tudom. Repertoriuma. Budapest 1885. Kötet II. Resz. 1. 8⁰.

J. Abel. A Bartfai könyvtaranak törtenete. Budapest 1885. 8⁰.

S. Szilágyi. Bethlen gabor és a Sved diplomaczia. Budapest 1882. 8⁰.

A. Pech. Also magyarorszag banyamvelésének törtenete. Budapest 1884. Kötet I. 8⁰.

H. Marczali. Magyarorszag törtenete II. Jozsef Koraban. Budapest 1884. Kötet II. 8⁰.

Nemzetgazdasági es statisztikai Evkönyv. Budapest 1884. Evfolyam II. 8⁰.

Vazlatok a magyar tudom. Akademia felszázados törteneteből. 1831—1881. Budapest 1881. 8⁰.

T. Vecsey. Aemilius Papinianus palyaja és muvei. Budapest 1884. 8⁰.

G. König. A masodrendii és két független valtozót tartalmazo parczialis differenczialegyenletek elmelete. Budapest 1885. 8⁰.

Corpus statutorum Hungariae municipalium. Budapestini 1885. Tomus I. 8⁰.

Epistolae Pauli lingua hungarica donatae. az Zenth Paal leueley magyar nyeluen. Budapest 1883. 8⁰.

M. TELEGDI. Az Keresz tyensegnec fondamentomirol valo rouid keonywechke. (Bechben Niomtat 1562). 8°.

Jahresbericht der kön. ungarischen geologischen Anstalt für 1884. Budapest 1885. 8°.

Földtani Közlöny (Geologische Mittheilungen). Zeitschrift der ungarischen geologischen Gesellschaft. Budapest 1885. Kötet XV. Füzet 11—12. 8°.

Special-Katalog der VIten Gruppe für Bergbau-Hüttenwesen und Geologie der allgemeinen Landes-Ausstellung zu Budapest. 1885. 8°.

DUITSCHLAND.

Sitzungs-Berichte der Gesellschaft naturforschender Freunde. Berlin 1885. Jahrg. 1885. 8°.

Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische medicin. Band CII. Heft 2—3. 8°.

Vierteljahrsschrift der astronomischen Gesellschaft. Leipzig 1885. Jahrg. 20. Heft 4. 8°.

R. HOPPE. Grunert's Archiv der Mathematik und Physik. Leipzig 1885. 2te Reihe. Teil III. Heft 2. 8°.

Zoologischer Anzeiger. Leipzig 1886. Jahrg. VIII. N°. 212. Jahrg. IX. N°. 213—214. 8°.

21ster Jahresbericht des Vereins für Erdkunde. Dresden 1885. 8°.

Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft, herausgegeben von der medicinisch-naturwissenschaftlichen Gesellschaft. Jena 1885. Band XIX. Heft 2– 3. 8°.

Sitzungsberichte der Jenaischen Gesellschaft für Medicin und Naturwissenschaft für das Jahr 1885. 8°.

Zeitschrift des Vereins für Thüringische Geschichte und Alterthumskunde. Jena 1885. Neue Folge. Band IV. Heft 3—4. 8°.

Thüringische Geschichtsquellen, herausgegeben vom Verein für Thüringische Geschichte und Alterthumskunde. Jena 1885. Band V. 8°.

Zeitschrift für Naturwissenschaften, herausgegeben im Auftrage des naturwissenschaftlichen Vereins für Sachsen und Thüringen. Halle a/S. 1885. 4te Folge. Band IV. Heft 4. 8°.

Petermann's Mittheilungen aus Justus Perthes' geographischer Anstalt. Gotha 1885. Band XXXI. N°. 11—12. Band XXXII. N°. 1. Ergänzungsheft. N°. 80. 4°.

Abhandlungen der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe der kön. bayerischen Akademie der Wissenschaften. München 1885. Band XV. Abth. 2. 4°.

Abhandlungen der philosophisch-philologischen Classe der kön. bayerischen Akademie der Wissenschaften. München 1885. Band XVII. Abth. 2. 4°.

Inhoud:

W. Meijer. Anfang und Ursprung der lateinischen und griechischen rythmischen Dichtung.
W. Christ. Platonische Studien.

A. von Brinz. Zum Begriff und Wesen der römischen Provinz. München 1885. Festrede. 4°.

K. Hofmann. Joh. Andr. Schmeller. Eine Denkrede. München 1885. 4°.

Berichte über die Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft. Freiburg i. B. 1885. Band VIII. Heft 3. 8°.

ZWITSERLAND.

Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle. Genève 1885. Tome XXIX. Partie 1. 4°.

Inhoud:

W. Meijer. Le système de Saturne.

C. Marignac. Recherches sur la proportion de matière organique contenue dans l'eau du Rhône à sa sortie du lac Leman, et sur ses variations.

H. Fol et P. L. Dunant. Recherches sur le nombre des germes vivants que renferment quelques eaux de Genève et des environs, faites au printemps de l'année 1884.

P. de Loriol. Catalogue raisonné des Echinodermes recueillis par M. de Robillard à l'île Maurice. (II Stellérides).

ITALIË.

Atti della reale Accademia dei Lincei. Roma 1885. Serie 4ª. Rendiconti. Vol. I. Fasc. 26—28. 4°.

A. Bertolotti Giunte agli artisti Belgi ed Olandesi in Roma nei secoli XVI e XVII. Roma 1885. 4°.

Memorie del reale Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti. Venezia 1884—1885. Vol. XXII. Parte 1—2. 4°.

Inhoud:

G. Freschi. Nuovi studii, dell' azione del terreno sulle piante. — Importanza delle chimiche analisi. — Come si possa abilitare l'agricoltore a giovarsene.

A. Minich. Sull' embolismo di grasso nelle fratture.
G. Freschi. La barbabietola, questione economica intorno le radici da foraggio e da zucchero.
A. Favaro. Notizie storico-critiche sulla divisione delle aree.
A. Pazienti. Considerazioni generali intorno alla termodinamica.
G. A. Pirona. Nuovi fossili del terreno cretaceo del Friuli.
R. S. Minich. Sulle caratteristiche generatrici delle superficie curve, e sulla teorica delle equazioni a derivate parziali.
A Gloria. Monumenti della Universita di Padova.

Atti del reale Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti. Venezia 1883—1885. Serie 6. Tomo II. Disp. 3—10. Tomo III. Disp. 1—2. 8°.

Atti della real Accademia delle Scienze. Torino 1885. Vol. XX. Disp. 7—8. 8°.

Bollettino dell' Osservatorio della regia Universita di Torino. 1885. Anno XIX. 4°. Oblong.

L'Ottica di Claudio Tolomeo da Eugenio ridotta in latino sovra la traduzione araba di un testo greco imperfetto pubblicata da G. Govi. Torino 1885. 8°.

Pubblicazioni del reale Istituto di studi superiori pratici e di perfezionamento. Firenze 1882. Sezione di scienze fisiche e naturali. roy. 8°.

Inhoud:

A. Rovighi e G. Santini. Sulle convulsioni epilettiche per veleni.

Pubblicazioni del reale Istituto di studi superiori pratici e di perfezionamento. Firenze 1881. Sezione di medicina e chirurgia roy. 8°.

Inhoud:

G. Pellizzari. Archivio della Scuola d'anatomia patologica. Vol. I.

Pubblicazioni del reale Istituto di studi superiori pratici e di perfezionamento. Firenze 1881. Sezione di filosofia e filologia. roy. 8°.

Inhoud:

A. Chiappelli. Della interpetrazione panteistica di Platone.

Mittheilungen aus der zoologischen Station zu Neapel. Berlin 1885. Band VI. Heft 3. 8°.

SPANJE EN PORTUGAL.

Resumen de las observaciones meteorologicas effectuadas en la peninsula y algunas de sus islas adyacentes durante el ano de 1881, publicado por el Observatorio de Madrid. 1885. 8°.

Boletim da Sociedade de Geographia. Lisboa 1885. 5a Serie. N°. 6. 8°.

J. F. J. Biker. Collecçao de tradados e concertos de pazes que o estado da India Portugueza fez com os reis e senhores com quem teve relaçoes nas partes da Asia e Africa oriental desde o principio da conquista até ao fim do seculo XVIII. Lisboa 1885. Tomo IX—X. 8°.

RUSLAND.

Bulletin de la Société impériale des naturalistes. Moscou 1885. Année 1884. N°. 4. 8°.

P. Lukaschewitch. Verklaring van de voornaamste wetten der natuurlijke en mikroskopische astronomie alsmede der astronomische meteorologie, met bijgevoegde ophelderingen van de eigenschappen der oorspronke-

lijke taal met betrekking tot de ontwikkeling der daarop volgende talen van het menschelijk geslacht en tot de wetenschappelijke kennis der astronomie. Kiew 1884—1885. Deel I—II. 8°.
(In het Russisch).

Korrespondenzblatt des Naturforscher-Vereins. Riga 1885. N°. 28. 8°.

A Z I Ë.

Register of original observations in 1885, reduced and corrected at six places in India. May—August 1885. fol.

Journal of the Asiatic Society of Bengal. Calcutta 1885. Vol. LIV. Part 1. N°. 1—2. Part 2. N°. 1—2. 8°.

Proceedings of the Asiatic Society of Bengal. Calcutta 1885. N°. 6—8. 8°.

Abhandlungen des Universität zu Tokio. 1885. N°. 12. 4°.

Inhoud:

D. Kitao. Leukoskop, seine Anwendung und seine Theorie.

Transactions of the seismological Society of Japan. 1885. Vol. VIII. 8°.

A M E R I K A.

Annual Report of the Surgeon General U. S. Army. 1885. 8°.

Journal of the American medical Association. Chicago 1885—1886. Vol. V. N°. 23—26. Vol. VI. N°. 1—2. 4°.

Science. New-York 1885—1886. Vol. VI. N°. 149—151. Vol. VII. N°. 152—154. roy. 8°.

Johns Hopkins University Circulars. Baltimore 1885. Vol. V. N°. 45. 8°.

American chemical Journal, edited by IRA REMSEN. Baltimore 1885. Vol. VII. N°. 5. 8°.

Johns Hopkins University Studies in historical and political Science. Baltimore 1885. 3d Series. N°. 11—12. 8°.

The Canadian Record of Science. Montreal 1886. Vol. II. N°. 8°.

M. BARCENA y M. PEREZ. Estudios de meteorologica comparada. Mexico 1885. Tomo I. 8°.

Boletin del Ministerio de fomento de la republica Mexicana. Mexico 1885. Tomo X. N°. 98—102. fol.

C. PACHECO. Nombres geograficos de Mexico. Catalogo alfabetico de los nombres de lugar pertenecientes al idioma Nahuatl. Mexico 1885. 4°.

Actas de la Academia nacional de Ciencias en Cordoba. Buenos Aires 1884. Tomo V. Entr. 2. 4°.

Inhoud:

E. L. HOLMBERG. Viajes al Tandil y à la Tinta.

AUSTRALIË.

Transactions and Proceedings of the royal Society of Victoria. Melbourne 1881—1883. Vol. XVII—XIX. 8°.

Transactions and Proceedings of the New Zealand Institute. Wellington 1875—1883. Vol. I, V—VII, IX—XVI. 12 Dl. 8°.

Australian Museum. Report of the trustees for 1884. Sydney 1885. fol.

AANGEKOCHT.

Oud-Holland. Nieuwe Bijdragen voor de geschiedenis der Nederlandsche kunst, letterkunde, nijverheid, enz. Amsterdam 1885. 3de Jaarg. Afl. 4. 4°.

De Navorscher. Amsterdam 1885. Nieuwe Serie. Jaarg. 18. Afl. 12. 8°.

Jaarboek der Rijks-Universiteit te Leiden. 1884—1885. Leiden 1885. 8°.

Journal des Savants. Paris, Décembre 1885. 4°.

La grande Encyclopédie. Inventaire raisonné des Sciences, des Lettres et des Arts. Paris 1886. Livr. 2—10. 4°.

Annales de Chimie et de Physique. Paris 1886. 6e Série. Tome VII. Janvier. 8°.

The London, Edinburgh, and Dublin philosophical Magazine and Journal of Science. London 1886. 5th Series. Vol. XXI. N°. 128. 8°.

Annals and Magazine of natural History. London 1886. 5th Series. Vol. XVII. N°. 97. 8°.

Journal of Anatomy and Physiology, normal and pathological. London 1886. Vol. XX. Part 2. 8°.

The zoological Record for 1884. London 1885. Vol. XXI. 8°.

L. Stephen. Dictionary of national Biography. London 1886. Vol. V. (Bicheno-Bottisham). 8°.

J. H. Middleton Ancient Rome in 1885. Edinburgh 1885. 8°.

Göttingische gelehrte Anzeigen. 1885. N°. 25—26. 1886. N°. 1. Nachrichten 1885. N°. 10—12. 8°.

Veröffentlichungen des kais. Gesundheitsamtes. Berlin 1885. N°. 24—26. 1886. N°. 1—3. 8°.

Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft. Berlin 1885. Jahrg. 3. Heft 9. 8°.

Archiv für Naturgeschichte. Berlin 1885. Jahrg. 51. Heft 4. 8°.

Annalen der Physik und Chemie. Leipzig 1885—1886. Neue Folge. Band XXVI. Heft 4. Band XXVII. Heft 1. Beiblätter. Band X. St. 1. 8°.

Allgemeine deutsche Biographie. Leipzig 1885. Band XXII. (Mirus- von Münchhausen). 8°.

Der zoologische Garten. Frankfurt a. M. 1885. Jahrg. 26. N°. 12. 8°.

Dingler's polytechnisches Journal. Stuttgart 1885—1886. Band CCLVIII. Heft 11—13. Band CLIX. N°. 1—3. 8°.

Bibliothèque universelle et revue Suisse. Lausanne 1885. 3e Période. Tome XXVIII. N°. 83 -84. 8°.

Archives des Sciences physiques et naturelles. Genève 1885. 3e Période. Tome XIV. N°. 12. 8°.

TEN GESCHENKE OF IN RUIL ONTVANGEN IN DE MAAND FEBRUARI 1886.

NEDERLAND.

Nieuw Archief voor Wiskunde. Amsterdam 1886. Deel XII. St. 2. 8°.

Bijdragen van het statistisch Instituut. Amsterdam 1885. N°. 4. 8°.

Tijdschrift uitgegeven door de Nederlandsche Maatschappij ter bevordering van Nijverheid. Haarlem 1886. 4e Reeks. Deel X. N°. 1. 8°.

Recueil des Travaux chimiques des Pays-Bas. Leide 1885. Tome IV. N°. 1—8. 8°.

Bibliotheca geographorum Arabicorum, editit M. J. de Goeje. Pars 5a. Compendium libri Kitâb al-Boldân auctore Ibn al-Fakîh al-Hamadhânî. Lugduni Bat. 1885. 8°.

Recueil de textes relatifs à l'histoire des Seljoucides. Lugduni Bat. 1886. Vol. I. 8°.

Inhoud:

TH. HOUTSMA. Histoire des Seljoucides du Kermân par Muhammed Ibrahîm. Texte Persan, accompagné d'index alphabétiques et de notes historiques et philologiques.

Annales de l'Ecole polytechnique de Delft. Leide 1885. Livr. 3—4. 4°.

Inhoud:

H. HAGA. Etude expérimentale sur l'effet thermo-électrique découvert par Thomson.

J. BOSSCHA JR. Remarques sur les inclusions de certains quartz des porphyres.

TH. H. BEHRENS. Sur l'analyse microchimique des minéraux.

CH. M. SCHOLS. La série semi-convergente pour l'évaluation de l'intégrale $\psi(z) = e^{z^2}\int_z^\infty e^{-z^2}\,dz$.

Tijdschrift van het koninklijk Instituut van Ingenieurs. 's Gravenhage 1886. Afl. 2. 1ste Gedeelte. Afl. 3. 2de Gedeelte. 4°.

Algemeen Nederlandsch Familieblad. Tijdschrift voor geschiedenis, geslacht-, wapen-, zegelkunde, enz. 's Gravenhage 1886. Jaarg. 3. N° 1. 4°.

Verslagen omtrent 's rijks oude Archieven. VII. 1884. 's Gravenhage 1885. 8°.

Nederlandsch meteorologisch Jaarboek voor 1885, uitgegeven door het koninklijk Nederlandsch meteorologisch Instituut. Utrecht 1886. Jaarg. 37. 4°. Oblong.

W. C. KIMMYSER. Onderzoekingen over de reductie van chloraten in het levend organismus. Arnhem 1884. Academisch Proefschrift. 8°.

57ste Verslag der handelingen van het Friesch Genootschap van geschied-, oudheid- en taalkunde te Leeuwarden over het jaar 1884—1885. 8°.

G. Kalff. Middelnederlandsche epische fragmenten. Groningen 1885. 8°.
(Bibliotheek van middelnederlandsche Letterkunde. Afl. 38).

NEDERLANDSCH OOST-INDIË.

Geneeskundig Tijdschrift voor Nederlandsch-Indië, uitgegeven door de Vereeniging tot bevordering der geneeskundige Wetenschappen. Batavia 1885. Deel XXV. Afl. 3. 8°.

Tijdschrift voor nijverheid en landbouw in Nederlandsch-Indië, uitgegeven door de Nederlandsch-Indische Maatschappij van nijverheid en landbouw. Batavia 1 885. Deel XXXI. Afl. 6. 8°.

P. H. van der Kemp. Billiton-opstellen. N°. III. 4°.

BELGIË.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique. Bruxelles 1886. 3e Série. Tome XX. N°. 1—2. 8°.

H. Bonnewijn. L'épilepsie et son moyen curatif, avec une introduction par H. Boëns. Bruxelles 1886. 8°.

Geschiedenis van de gemeenten der provincie Oost-Vlaanderen. Gent 1885. Deel XXXVII. 8°.

C. M. Francken. Quelques mots sur Cicéron de republica I. 25. 8°.
(Extrait de la Revue de l'Instruction publique en Belgique. Tome XXIX).

FRANKRIJK.

Comptes rendus de l'Académie des Sciences. Paris 1886. Tome CII. N°. 4—7. 4°.

Bulletin de l'Académie de Médecine. Paris 1886. 2e Série. Tome XV. N°. 4—7. 8°.

Journal d'hygiène. Paris 1886. 12e Année. Vol. XI. N°. 488—492. 4°.

Annales de la Faculté des Lettres de Bordeaux. Paris 1885. 2e Série. 1885. N°. 3. 8°.

Revue agricole, industrielle, littéraire et artistique. Valenciennes 1885. Tome XXXVIII. N°. 10—12. 8°.

GROOT-BRITTANNIË EN IERLAND.

Proceedings of the royal Society. London 1886. Vol. XXXIX. N°. 240. 8°.

Monthly notices of the royal astronomical Society. London 1886. Vol. XLVI. N°. 3. 8°.

Proceedings of the royal geographical Society. London 1886. New Series. Vol. VIII. N°. 2. 8°.

Journal of the royal Asiatic Society. London 1886. New Series. Vol. XVIII. Part 1. 8°.

Journal of the royal microscopical Society. London 1886. 2d Series. Vol. V. Part 6—6a. 8°.

Journal of the anthropological Institute of Great-Britain and Ireland. London 1886. Vol. XV. N°. 3. 8°.

Journal of the royal geological Society of Ireland. Dublin 1886. Vol. XVI. Part 3. 8°.

OOSTENRIJK.

Mittheilungen der anthropologischen Gesellschaft. Wien 1885. Band XV. Heft 2. 4°.

DUITSCHLAND.

Ergebnisse der Beobachtungsstationen an den deutschen Küsten über die physikalischen Eigenschaften der Ostsee und Nordsee und die Fischerei. Berlin 1886. Jahrg. 1885. Heft 1—3. Oblong.

K. VON RICHTHOFEN. Die älteren Egmonder Geschichtsquellen. Berlin 1886. 8°.

Zoologischer Anzeiger. Leipzig 1886. Jahrg. 9. N°. 215—216. 8°.

C. F. TIELE. Babylonisch-Assyrische Geschichte. Gotha 1886. Teil I. 8°.

28ster Bericht des naturhistorischen Vereins in Augsburg. 1885. 8°.

Bericht der Wetterauischen Gesellschaft für die gesammte Naturkunde zu Hanau über den Zeitraum vom 1 Januar 1883 bis 31 März 1885. Hanau 1885. 8°.

ITALIË.

Atti della reale Accademia dei Lincei. Roma 1886. Serie 4a. Rendiconti. Vol. II. Fasc. 1. 4°.

Atti della Societa Toscana di Scienze naturali. Processi Verbali. Vol. V. Adunanza del 15 Novembre 1885. 8°.

RUSLAND.

Verslagen van het keiz. Aardrijkskundig Genootschap. St. Petersburg 1886. Deel XXI. N°. 6. 8°. (In het Russisch).

P. Lucaschev. La découverte d'origine de la langue Grecque. Sa définition consécutive de mot à mot. Kiew 1869—1872. Deel I—II. 8°. (In het Russisch).

— — — — — La découverte d'origine de la langue Latine. Sa définition consécutive de mot à mot. Kiew 1871. 8°. (In het Russisch).

————— La découverte d'origine de la langue Hébraique. Sa définition consécutive de mot à mot. Kiew 1882. 8°. (In het Russisch).

Sitzungs-Berichte der Kurländischen Gesellschaft für Literatur und Kunst aus dem Jahre 1884. Mitau 1885. 8°.

AZIË.

Registers of original observations in 1885, reduced and corrected at six places in India. September 1885. fol.

AFRIKA.

Transactions of the South-African philosophical Society. Cape Town 1885. Vol. III. Part 2. 8°.

AMERIKA.

Report of the Superintendent of the U. S. coast and geodetic Survey showing the progress of the work during the fiscal year ending with June 1884. Washington 1885. 4°.

40th Annual Report of the Director of the astronomical Observatory of Harvard College. Cambridge 1886. 8°.

Science. New-York 1886. Vol. VII. N°. 155—157. 8°.

Journal of the American medical Association. Chicago 1886. Vol. VI. N°. 3—6. 4°.

Johns Hopkins University Circulars. Baltimore 1886. Vol. V. N°. 46. 4°.

Johns Hopkins University Studies in historical and political Science. Baltimore 1886. 4th Series. N°. 1. 8°.

Proceedings and Transactions of the royal Society of Canada for the year 1884. Montreal 1885. Vol. II. 4°.

Commission géologique et d'histoire naturelle et musée du Canada. Rapport des opérations 1882—1884. 8°. Avec cartes in Plano.

Geological and natural history Survey of Canada. Catalogue of Canadian plants. Part 2. Gamopetalae by John Macoun. Montreal 1884. 8°.

Boletin del Ministerio de fomento de la republica Mexicana. Mexico 1885. Tomo X. N°. 103—106. fol.

AANGEKOCHT.

De Navorscher. Amsterdam 1886. Nieuwe Serie. Jaarg. 19. Afl. 1. 8°.

La grande Encyclopédie. Inventaire raisonné des Sciences, des Lettres et des Arts. Paris 1886. Livr. 11—14. gr. 4°.

Journal des Savants. Paris, Janvier 1886. 4°.

Bulletin des Sciences mathématiques. Paris 1885. 2e Série. Tome X. Janvier—Février. 8°.

Annales des Sciences naturelles. Paris 1886. 7e Série. Botanique. Tome II. N°. 2—6. 6e Série. Zoologie. Tome XIX. N°. 4—6. 8°.

Annales de Chimie et de Physique. Paris 1886. 6e Série. Tome VII. Février. 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Inscriptions et belles-Lettres. Paris 1858—1885. 1e Série. Tome I—VIII. 2e Série. Tome I—VII. 3e Série. Tome I. 4e Série. Tome I—XII. 28 Deelen. 8°.

The London, Edinburgh, and Dublin philosophical Magazine and Journal of Science. London 1886. 5th Series. Vol. XXI. N°. 129. 8°.

Annals and Magazine of natural History. London 1886. 5th Series. Vol. XVII. N°. 98. 8°.

Journal of Anatomy and Physiology. London 1866—1884. Vol. I—XVIII. 8°.

Göttingische gelehrte Anzeigen. 1886. N°. 2—3. Nachrichten. 1885. N°. 13. 8°.

Veröffentlichungen des kais. Gesundheitsamtes. Berlin 1886. Jahrg. 10. N°. 4—7. 4°.

Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medicin. Berlin 1885. Inhalts-Verzeichniss zu Band 1—100. 8°.

Annalen der Physik und Chemie. Leipzig 1886. Neue Folge. Band XXVII. Heft 2. Beiblätter. Band X. St. 2. 8°.

Der zoologische Garten. Frankfurt a/M. 1886. Jahrg. 27. N°. 1—2. 8°.

Dingler's polytechnisches Journal. Stuttgart 1886. Band CCLIX. Heft 4—7. 8°.

Bibliothèque universelle et revue Suisse. Lausanne 1886. 3e Période. Tome XXIX. N°. 85. 8°.

Archives des Sciences physiques et naturelles. Genève 1886. 3e Période. Tome XV. N°. 1—2. 8°.

TEN GESCHENKE OF IN RUIL ONTVANGEN IN DE MAAND MAART 1886.

N E D E R L A N D.

J. Brouwers. Joost van den Vondel. Dichtwerk met levenbeschrijvende, karakterschetsende en letterkundige aanteekeningen. Roermond 1861. 4°.

Neêrlands eerste Vondelsfeest voor het op te richten standbeeld, gevierd te Roermond, op 5 Februari 1862. Feestrede van J. W Brouwers, dichtstuk van H. J. H. Pieters. Amsterdam 1867. 4°.

De Volksvlijt. Tijdschrift voor nijverheid, landbouw, handel en scheepvaart Amsterdam 1885. N°. 7—10. 8°.

M. Tullii Ciceronis epistolarum ad T. Pomponium Atticum libri XVI. Recensuit et adnotatione illustravit I. C. G. Boot. Amstelodami 1886. Editio altera emendata et aucta. roy. 8°.

Tijdschrift, uitgegeven door de Nederlandsche Maatschappij ter bevordering van Nijverheid. Haarlem 1886. 4e Reeks. Deel X. N°. 2. 8°.

Tijdschrift voor Entomologie, uitgegeven door de Nederlandsche entomologische Vereeniging. 's Gravenhage 1886. Deel XXIX. Afl. 1. 8°.

Algemeen Nederlandsch Familieblad. Tijdschrift voor geschiedenis, geslacht-, wapen-, zegelkunde enz. s Gravenhage 1886. 3de Jaarg. N°. 1—2. 4°.

A. A. W. Hubrecht. Proeve eener ontwikkelingsgeschiedenis van Lineus obscurus Barrois Utrecht 1885. 4°. (Uitgegeven door het provinciaal Utrechtsch Genootschap van kunsten en wetenschappen).

Aanteekeningen van het verhandelde in de sectie-vergaderingen van het provinciaal Utrechtsch Genootschap van kunsten en wetenschappen, ter gelegenheid van de algemeene vergaderingen gehouden den 24 Juni 1884 en 30 Juni 1885. Utrecht 1884--1885. 8°.

Verslag van het verhandelde in de algemeene vergadering van het provinciaal Utrechtsch Genootschap van kunsten en wetenschappen, gehouden den 30 Juni 1885. Utrecht 1885. 8°.

Werken van het historisch Genootschap. Utrecht 1885. Nieuwe Serie. N°. 40—42. 3 Deelen. 8°.

Bijdragen van het historisch Genootschap. Utrecht 1886. Deel IX. 8°.

Photolithographische afdruk van een autograaf van Melis Stoke. Oblong.

27ste Jaarlijksch Verslag door de Hoofd-Commissie aan de leden van de Vereeniging tot daarstelling van eene algemeene openbare Bibliotheek en van een daaraan verbonden Leeskabinet te Rotterdam, medegedeeld in de algemeene vergadering van 27 Februari 1886. 8°.

De vondsten van Onna en Feins, beschreven en toegelicht door Mr. J. Dirks. Leeuwarden 1885. 8°.

L. Oldenhuis Gratama. De Hunnebedden in Drenthe en aanverwante onderwerpen. Assen 1886. 8°.

Uitkomsten van de in het tweede gedeelte van 1883 en in 1884 uitgevoerde nauwkeurigheids-waterpassing. N°. XXVII—XXXVI. fol.

Statistiek van het koninkrijk der Nederlanden. Nieuwe Serie. Staten van de in-, uit- en doorgevoerde voornaamste handelsartikelen gedurende de maanden December 1885 en Januari 1886. 's Gravenhage 1886. fol.

Verzamelingstabellen der waterhoogten langs de kusten van de Noordzee, Zuiderzee en de Nederlandsche rivieren, waargenomen in de maand September 1885. fol.

Verzamelingstabel der waterhoogten volgens de bladen der zelfregistreerende peilschalen, waargenomen in de maand September 1885. fol.

NEDERLANDSCH OOST-INDIË.

Tijdschrift voor nijverheid en landbouw in Nederlandsch-Indië, uitgegeven door de Nederlandsch-Indische Maatschappij van nijverheid en landbouw. Batavia 1886. Deel XXXII. Afl. 1. 8°.

Annales du Jardin botanique de Buitenzorg. Leide 1886. Vol. V. Part. 2. 8°.

BELGIË.

F. Plateau. La classification des types humaines au point de vue de l'enseignement élémentaire. roy. 8°. (Extrait du Journal »Le Guide scientifique." 1885).

FRANKRIJK.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Paris 1886. Tome CII. N°. 8—11. 4°.

Bulletin de l'Académie de Médecine. Paris 1886. 2e Série. Tome XV. N°. 8—11. 8°.

Bulletin de la Société mathématique de France. Paris 1886. Tome XIV. N°. 1. 8°.

Journal d'hygiène. Paris 1886. 12e Année. Vol. XI. N°. 493—496. 4°.

Revue de botanique. Bulletin mensuel de la Société Française de Botanique. Courrensan 1885—1886. Tome IV. N°. 41—45. 8°.

GROOT BRITTANNIË EN IERLAND.

Proceedings of the royal Society. London 1886. Vol. XXXIX. N°. 241. 8°.

Monthly notices of the royal astronomical Society. London 1886. Vol. XLVI. N°. 4. 8°.

Proceedings of the royal geographical Society. London 1886. New Series. Vol. VIII. N°. 3. 8°.

Journal of the royal microscopical Society. London 1886. 2d Series. Vol. VI. Part 1. 8°.

Transactions of the zoological Society. London 1885—1886. Vol. XI. Part 11. Vol. XII. Part 1. 4°.

Inhoud, Vol. XI. Part 11:

F. LEUTHNER. A monograph of the Odontolabini, a subdivision ot the coleopterous family Lucanidae.

Vol. XII. Part 1:

R. OWEN. On Dinornis (Part XXV), containing a description of the sternum of Dinornis Elephantopus.
T. JEFFERY PARKER. Studies in New-Zealand ichthyology. I. On the skeleton of Regalecus argenteus.

G. B. AIRY. Diagrams representing the diurnal change in magnitude and direction of the magnetic forces in the horizontal plane, at the royal Observatory, Greenwich, for each month of the several years, 1841 to 1876. 4°.
(Appendix to Greenwich Observations, 1884).

Proceedings of the Cambridge philosophical Society. Cambridge 1886. Vol. V. Part 5. 8°.

OOSTENRIJK. — HONGARIJE.

Annalen des k.k. naturhistorischen Hofmuseums. Wien 1886. Band I. N°. 1. roy. 8°.

Mittheilungen aus dem Jahrbuche der kön. ungarischen geologischen Anstalt. Budapest 1886. Band VII. Heft 5. Band VIII. Heft 1. 8°.

Földtani Közlöny (Geologische Mittheilungen). Zeitschrift der ungarischen geologischen Gesellschaft. Budapest 1886. Kötet XVI. Füzet 1—2. 8°.

DUITSCHLAND.

Schriften der naturforschenden Gesellschaft. Danzig 1886. Neue Folge. Band VI. Heft 3. 8°.

Zoologischer Anzeiger. Leipzig 1886. Jahrg. 9. N°. 217—218. 8°.

Bericht über die Senckenbergische naturforschende Gesellschaft. 1885. Frankfurt a. M. 1886. 8°.

W. Kobelt. Reiseerinnerungen aus Algerien und Tunis. Frankfurt a. M. 1885. 8°.
(Herausgegeben v. d. Senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft).

Sitzungsberichte der physikalisch-medicinischen Gesellschaft. Jahrg. 1885. Würzburg 1885. 8°.

Jahrbücher des nassauischen Vereins für Naturkunde. Jahrg. 38. Wiesbaden 1885. 8°.

ZWITSERLAND.

Mémoires de la Société paléontologique Suisse. Basel 1885. Vol. XII. 4°.

Inhoud:

KOBY. Monographie des polypiers jurassiques de la Suisse. 5e Partie.
G. MAILLARD. Supplément à la monographie du Purbeckien du Iura.
P. DE LORIOL. Echinologie helvétique. 1er Supplément.

Bulletin de la Société Vaudoise des sciences naturelles. Lausanne 1886. 3e Série. Vol. XXI. N°. 93. 8°.

I T A L I Ë.

Atti della reale Accademia dei Lincei. Roma 1886. Serie 4a. Rendiconti. Vol. II. Fasc. 2—4. 4°.

Atti della R. Accademia delle Scienze. Torino 1885. Vol. XXI. Disp. 1a. 8°.

S. BIFFI. Sulle antiche carceri di Milano e del ducato Milanese e sui sodalizj che vi assistevano i prigionieri ed i condannati a morte. Milano 1884. 8°.

Atti della Societa Toscana di scienze naturali. Processi Verbali del 10 Gennaio 1886. 8°.

Notarisia. Commentarium phycologicum. Venezia 1886. Anno 1. N°. 1. 8°.

P O R T U G A L.

Boletim da Sociedade de Geographia. Lisboa 1885. Serie 5a. N°. 7—8. 8°.

J. F. J. BIKER. Collecçao de tradados e concertos de pazes que o estado da India Portugueza fez com os reis e senhores com quem teve relaçoes nas partes da Asia e Africa oriental desde o principio da conquista até ao fim do seculo XVIII. Lisboa 1886. Tomo XI. 8°.

DENEMARKEN.

Aarböger for nordisk oldkyndighed og historie, udgivne af det kongelige nordiske Oldskrift-Selskab. Kjobenhavn 1885. Hefte 4. Tillaeg Aargang 1885. 8°.

RUSLAND.

Bulletin de la Commission géologique. St. Pétersbourg 1886. Année 1885. N°. 8—10. 8°.
(In het Russisch).

J. Mouchketow. Turkestan. Geologische en orographische beschrijving volgens de gegevens, tijdens zijne reizen van 1874 tot 1880 verzameld. Eerste Deel. Met eene geologische kaart van Turkestan. St Petersburg 1886. 4°.
(In het Russisch).

AZIË.

Report on the administration of the meteorological department of the government of India in 1884—1885. fol.

Indian meteorological Memoirs. Calcutta 1885. Vol. II. Part 5. fol.

Inhoud:

On observations of temperature and humidity at a height of 40 feet above the ground at Alipore Observatory, Calcutta.

AMERIKA.

Proceedings of the Academy of natural Science. Philadelphia 1886. Year 1885. Part 3. 8°.

American Journal of Mathematics, edited by S. NEWCOMB. Baltimore 1886. Vol. VIII. N°. 2. 4°.

Johns Hopkins University Studies in historical and political Science. Baltimore 1886. 4th Series. N°. 2—3. 8°.

SETH S. BISHOP. Cocaine in hay fever. Chicago 1886. 8°.

Journal of the American medical Association. Chicago 1886. Vol. VI. N°. 7—10. 4°.

Boletin del Ministerio de fomento de la republica Mexicana. Mexico 1885. Tomo X. N°. 107—113. fol.

Revista do Observatorio. Publicado do Imperial Observatorio do Rio de Janeiro. 1886. Anno I. N°. 1—2. roy. 8°.

Anales de la Sociedad cientifica Argentina. Buenos Aires 1885. Tomo XX. Entr. 1—6. 8°.

AANGEKOCHT.

De Navorscher. Amsterdam 1885. Nieuwe Serie. Jaarg. 19. Afl. 2. 8°.

Dictionnaire des Antiquités grecques et romaines. Paris 1886. Fasc. 10. 4°.

La grande Encyclopédie. Inventaire raisonné des Sciences, des Lettres et des Arts. Paris 1886. Livr. 15—18. 4°.

Journal des Savants. Paris, Février 1886. 4°.

Bulletin des Sciences mathématiques. Paris 1886. 2e Série. Tome X. Mars. 8°.

Annales de Chimie et de Physique. Paris 1886. 6e Série. Tome VII. Mars. 8°.

The London, Edinburgh, and Dublin philosophical Magazine and Journal of Science. London 1886. 5th Series. Vol. XXI. N°. 130. 8°.

Annals and Magazine of natural History. London 1886. 5th Series. Vol. XVII. N°. 99. 8°.

Göttingische gelehrte Anzeigen. 1886. N°. 4—5. 8°.

Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft. Berlin 1886. Band III. Heft 10—11. Band IV. Heft 1. 8°.

Veröffentlichungen des kais. Gesundheitsamtes. Berlin 1886. Jahrg. X. N°. 9—11. 4°.

Annalen der Physik und Chemie. Leipzig 1886. Neue Folge. Band XXVII. Heft 3. 8°.

Der zoologische Garten. Frankfurt a. M. 1886. Jahrg. 27. N°. 3. 8°.

Dingler's polytechnisches Journal. Stuttgart 1886. Band CCLIX. Heft 8—9. 8°.

Bibliothèque universelle et revue Suisse. Lausanne 1886. 3e Période. Tome XXIX. N°. 86. 8°.



